

a cura di Riccardo Migliari

# Disegno come Modello

Riflessioni sul disegno  
nell'era informatica

Testi di

Andrea Casale, Massimiliano Ciammaichella, Marco Fasolo,  
Marco Gaiani, Riccardo Migliari, Gabriele Pierluisi,  
Luigi Prestinenza Puglisi, Antonino Saggio, Camillo Trevisan,  
Graziano Valenti

Traduzione inglese di  
Susanne Brendholm

**E D I Z I O N I   K A P P A**

Riccardo Migliari, a cura di

**Disegno come Modello**

Riflessioni sul disegno  
nell'era informatica

TESTI DI

**Andrea Casale, Massimiliano  
Ciammaichella, Marco Fasolo,  
Marco Gaiani, Riccardo Migliari,  
Gabriele Pierluisi,  
Luigi Prestinenza Puglisi,  
Antonino Saggio, Camillo Trevisan,  
Graziano Valenti**

TRADUZIONE INGLESE DI

**Susanne Brendholm**

PROGETTO GRAFICO  
E IMPAGINAZIONE

**Blu omelette**

IMMAGINE DI COPERTINA

**Gabriele Pierluisi**

COORDINAMENTO EDITORIALE  
ED EDITING

**Tiziana Fiorucci**

STAMPA

**Tipolitografia CSR**  
Via di Pietralata 157  
00158 Roma

COPYRIGHT 2004

**Edizioni Kappa**  
Via Silvio Benco 2  
00177 Roma  
Tel 0039 06 273903  
Fax 0039 06 2147053

<b>Prefazione</b>	<b>7</b>
<hr/>	
<b>Parte Prima: Materiali per una teoria del disegno</b>	<b>7</b>
<hr/>	
<b>Teoremi</b>	<b>8</b>
Teorema del Granchio	8
Enunciato	8
Dimostrazione	8
Teorema di Agrado	8
Enunciato	8
Dimostrazione	8
Teorema fondamentale del Modello di architettura	9
Enunciato	9
Dimostrazione	9
<b>Cose scritte</b>	<b>10</b>
Bambù e minimal modelling	10
Unicità del disegno	11
Modello e geometria	12
Modello e cubismo	13
Disegno come Modello: considerazioni sulla didattica del disegno	15
<b>Cose disegnate</b>	<b>17</b>
Cose disegnate	17
Corpo e mente: scenari tradizionali e digitali nella ricerca architettonica	20
Matematica di una pennellata. Disegno e dintorni	25
“Piramidi” o il disegno come trasformazione del visibile	28
Programma per un corso ideale di Geometria descrittiva nell’Anno duecentodicesimo della Repubblica	33

<b>Parte Seconda: Riflessioni</b>	<b>39</b>
<b>Modellazione grafica e modellazione informatica: conflitto o sinergia?</b>	<b>40</b>
Modellazione grafica e informatica: differenze e affinità	40
Sinergia necessaria	42
Una proposta didattica	43
<b>Del disegno e del modello: rappresentazioni per il disegno industriale</b>	<b>45</b>
Del disegno, del modello	45
Delle origini del modello d'architettura	46
Rappresentazioni digitali ovvero da due a tre attori	48
Dal reale al virtuale	50
Esperienza geo-metrica/esperienza percettiva	51
Del volume e della pelle	52
Una costruzione semantica dei modelli	53
Dalla rappresentazione alla prototipazione	54
Manualità e immaterialità: progetti didattici per il Visual Prototyping Learning	55
<b>Sul modello</b>	<b>57</b>
Limiti del modello	57
<b>MI Il modello integrato</b>	<b>59</b>
L'essenza della tecnologia informatica: elaborare l'informazione	59
Cosa significa elaborare l'informazione?	60
Il computer come strumento di integrazione	61
Il luogo del modello	61
Sul connubio fra reale e virtuale	62
Sul valore di MI	62
<b>Per una Teoria del rilievo architettonico</b>	<b>63</b>
<b>Modello. Verso una logica della simulazione</b>	<b>66</b>
Introduzione	66
Le quantità e i worksheets	66
I pareri e gli expert-system	67
Area spaziale costruttiva e strutture gerarchiche	68
Meccanismo della struttura gerarchica	68
Strutture gerarchiche nell'analisi e documentazione	68
Strutture gerarchiche per la Simulazione e la progettazione	69
Un modello intelligente	69
<b>Drawing as Model</b>	<b>71</b>
<b>Bibliografia</b>	<b>107</b>

# prefazione

È trascorso poco più di un anno dalla nascita del gruppo CrabNebula ([www.rappresentazione.net](http://www.rappresentazione.net)). Ricordo questo anno appena trascorso con gioia, come l'improvviso esplodere di una creatività a lungo repressa. Vi furono incontri, sì, intorno ai tavoli all'aperto dei caffè, nella mite primavera romana, ma anche, e soprattutto, scambi epistolari, facilitati dalla posta elettronica – e anche questo è un segno dei tempi.

Qual era l'argomento di questi scambi? Una spontanea immersione nei principi del disegno, una sorta di catarsi, di purificazione nell'acqua lustrale dei fondamenti, dopo tanta e faticosa rincorsa della tecnologia e delle sue imprevedibili espressioni. Come se avessimo per anni disegnato senza sapere come e a qual fine, e fosse venuto il momento di rifondare il nostro mestiere di ricercatori e di insegnanti.

Ma cos'è accaduto, infine? Nulla di più che trent'anni di rivoluzione informatica, che ha cambiato la nostra vita di ricercatori e inesorabilmente ha mutato il modo di rappresentare l'architettura. E perché proprio oggi, nell'anno quarto del terzo millennio, ci poniamo questo problema di natura epistemologica? Ci ho pensato e credo di aver capito: per anni abbiamo difeso le posizioni, lottando contro i detrattori del computer, da un lato, e contro i fanatici dall'altro. Abbiamo dovuto imparare molto, e difenderci dagli assalti di un mercato che volentieri ci avrebbe riciclato come istruttori di questo o quel programma, fedeli a questa o a quella casa produttrice. Abbiamo dovuto studiare la matematica delle NURBS e insieme la stereotomia del Settecento, per ritrovare le radici del nuovo sapere. Ed ecco infine che ogni barriera cade e anche i più strenui e reazionari sostenitori della matita annoverano il computer tra i ferri del mestiere. E lo fanno, sia ben chiaro, con la massima noncuranza: come si trattasse di un fatto assolutamente ovvio e incontestabile. Qualcuno ha detto che le idee, quando sono veramente nuove, vengono prima avversate perché contrarie alla religione, cioè a un credo dogmatico e incontestabile; infine, quando vengono accettate, perché si impongono in virtù della loro forza, le nuove idee divengono improvvisamente banali e scontate. E chi aveva scritto con disprezzo che la tecnologia nulla avrebbe dato al nostro antico sapere, oggi scrive di aver sempre creduto nelle potenzialità dell'informatica applicata al disegno. Meglio così, certo. Ma allora, ecco, è giunto il momento di riflettere e capire, in cosa e come questo disegno è mutato. E così, poco a poco, ma irresistibilmente, si è fatta strada un'idea, quella che il disegno sia mutato sì, ma radicalmente mutato: non più tavola, o acquerello, o *rendering* informatico, ma tutte queste cose assieme e molto di più. Dunque nient'affatto

sostituzioni di una tecnica con l'altra, ma al contrario integrazione e tempo che il lavoro delle macchine restituisce alla manualità.

*Disegno come Modello*, e Modello come insieme di rappresentazioni, le più varie, che trasformandosi le une nelle altre, e a ogni trasformazione aggiungendo informazioni, in un vortice convergono verso l'idea progettuale.

Avremmo potuto dedicare a questo tema un saggio lungo e articolato, ma l'idea avrebbe di certo perso parte della sua freschezza. Meglio dunque comunicarla così come si è venuta consolidando, attraverso le riflessioni, brevi e improvvise o più meditate, che ci siamo scambiati.

Questo volume raccoglie tali riflessioni, insieme ad alcune esemplificazioni e ad esempi di come questa concezione può modificare il modo di praticare le discipline della cosiddetta "area": cioè la Geometria descrittiva, il disegno, il rilievo e tante altre. Le prime pagine, che corrispondono al momento più intenso della nostra analisi, sono anonime, perché sarebbe veramente difficile, e anche ingiusto, riconoscere loro una paternità. Le abbiamo raccolte in due capitoli intitolati *Teoremi* e *Cose scritte*.

Vi sono poi alcuni esempi di una applicazione della teoria del disegno come Modello all'insegnamento e alla ricerca, raccolti nel capitolo *Cose disegnate*, a firma di Andrea Casale, Luigi Prestinenzza, Massimiliano Ciammaichella, Gabriele Pierluisi e Riccardo Migliari. Agli amanti della sapida scrittura di Andrea Camilleri non sfuggirà, nella organizzazione di questi argomenti, un riferimento alla *Concessione del telefono*: capita così che, ritrovando nella lettura una situazione vissuta, alcuni di noi abbiano adottato un gergo comune, che ci ha unito e al quale oggi siamo affezionati.

La seconda parte del volume – che conta scritti di Camillo Trevisan, Marco Gaiani, Marco Fasolo, Graziano Valenti, Riccardo Migliari e Antonino Saggio – raccoglie ciò che è stato scritto poi, quando l'idea del *disegno come Modello* s'era ormai consolidata: sviluppi, applicazioni, alcune paradossalmente nate prima della teoria che applicano, ma che in questa teoria si riconoscono finalmente e trovano la loro cornice.



Parte Prima  
Materiali  
per una teoria  
del disegno

# Teoremi

## Teorema del Granchio

---

### ENUNCIATO

Dato un Modello (**M**), cioè l'idea di una forma, il progetto produce infiniti modelli (**m**), tutti possibili, alcuni più credibili (prossimi a **M**) altri meno.

Il confronto e la fusione dei modelli (**m**) produce altri e nuovi modelli (**m**) in un ciclo convergente sul Modello (**M**).

### DIMOSTRAZIONE

*Tra le molte virtù di Chuang-Tzu c'era l'abilità nel disegno. Il re gli chiese il disegno di un granchio. Chuang-Tzu disse che aveva bisogno di cinque anni di tempo e di una villa con dodici servitori. Dopo cinque anni il disegno non era ancora cominciato. "Ho bisogno di altri cinque anni" disse Chuang-Tzu. Il re glieli accordò. Allo scadere dei dieci anni, Chuang-Tzu prese il pennello e in un istante, con un solo gesto, disegnò un granchio, il più perfetto granchio che si fosse mai visto (Italo Calvino, *Lezioni Americane*, Milano, 1993, *Rapidità*).*

Sono certo che Calvino non me ne vorrà se aggiungo qualche dettaglio alla brevissima favola di Chuang-Tzu. Sono dettagli insignificanti quanto alla rapidità del gesto, ma necessari per andare oltre quel gesto.

Il re ha un giardino. E, nel giardino, c'è un laghetto. E, nel laghetto, ci sono molti granchi. Il re ama osservare i loro combattimenti: le corazze da samurai, le protezioni borchiate delle chele, le micidiali lame dentellate, i movimenti solenni. Così si sente felice.

Perciò, il re vuole tenere i suoi granchi sempre vicino a sé, magari anche quando riceve ministri e ambasciatori. Ma non è possibile: è crudele ucciderli; è umiliante imprigionarli in una gabbietta di bambù.

C'è un solo modo per contemplare il granchio ogni volta che ne ha il desiderio (anche nel mezzo di un banchetto con mille invitati): socchiudere gli occhi per osservare l'immagine che, del granchio, ha nel ricordo. Disgraziatamente, però, questo ricordo è sempre fluido e sfuggente e il re non sa dargli una forma netta e stabile.

Tutto ciò spiega perché il re fa chiamare Chuang-Tzu e gli chiede il disegno di un granchio.

Il primo pittore del regno è l'unico in grado di trasformare il Modello (**M**), che il re custodisce nella testa e nel cuore, in una immagine (**m**), in qualcosa, cioè, che possa riflettersi con nitidi contorni nella memoria, attraverso gli occhi, per rinnovare, in ogni istante, la meraviglia della contemplazione.

La favola ci dice che Chuang-Tzu impiega ben dieci anni per riuscire nell'intento. Ma non ci dice perché.

Il fatto è che il pittore dovette esaminare, e con la più scrupolosa attenzione, mille granchi vivi e liberi, tutti diversi, per disegnarne uno solo, che assomigliasse a tutti: anzi, uno solo, che fosse l'immagine dell'idea del granchio. E per far ciò, Chuang-Tzu dovette scegliere quel che i mille avevano in comune, aiutandosi con la ragione, con la sensibilità e l'intelligenza del pittore. Ad esempio: quella piccola piega che nel bordo inferiore delle chele forma il dente che macina le carni della preda; quella lieve escrescenza dello scudo che ne rende temibile l'aspetto ... e così via.

Non solo: per ciascuno di questi minimi dettagli, Chuang-Tzu dovette studiare la forma più adatta del pennello e il gesto e la pressione della mano e la giusta dose di inchiostro e il suo colore. Ma alla fine della decennale fatica, con un sol gesto, il Modello (**M**) si trasferì, perfetto, sulla carta (**m**): e questo – chiunque ne abbia fatto esperienza lo sa – è una delle gioie più grandi che la vita possa dare. Abbiamo cercato molto a lungo il disegno di Chuang-Tzu, nei musei e nelle pinacoteche, nelle biblioteche e negli archivi polverosi, finché, per puro caso, guardando il cielo notturno, abbiamo visto l'unico disegno di un granchio che davvero, davvero, sia stato fatto con un solo gesto della mano (fig. 1).

## Teorema di Agrado

---

### ENUNCIATO

*Una persona è tanto più autentica quanto più somiglia all'idea che ha di se stessa (Agrado, in: *Tutto su mia Madre*, 1999, regia di Pedro Almodovar).*

### DIMOSTRAZIONE

Quando ci accorgiamo, da piccoli, che il mondo degli adulti è diverso, scegliamo un Modello (**M**) (che poi, auspicabilmente, cambieremo più volte) e cerchiamo di imitarlo: i nostri comportamenti (**m**) sono, dunque, altrettante manifestazioni di **M**.

L'esperienza modifica lentamente gli **m** e questi, di ritorno, affina-  
no **M**. Così il Modello finisce per diventare solo nostro: siamo noi,  
come siamo, ma pur sempre un'idea di come vogliamo essere. E  
sempre i nostri comportamenti descrivono quel Modello. Ad  
esempio, se il mio **M** è quello di un uomo onesto, cerco di essere  
sincero e via dicendo.

Perciò è dimostrato: una persona è tanto più vicina al suo Modello  
quanto più gli somiglia, fuori come dentro l'anima.

## Teorema fondamentale del Modello di architettura

### ENUNCIATO

Disegno come Modello.

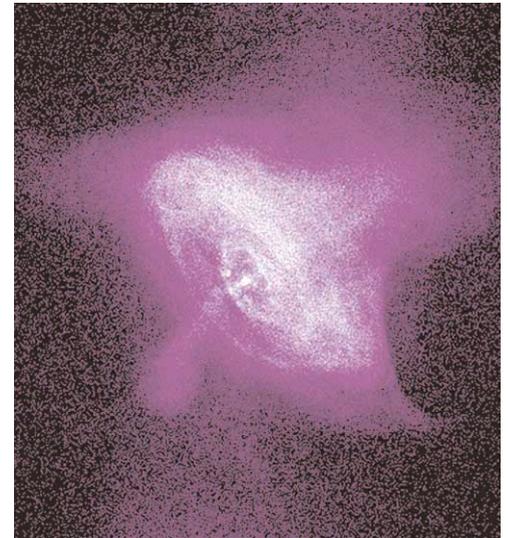
### DIMOSTRAZIONE

Il Teorema del Granchio dimostra che il Modello (**M**) può essere  
rappresentato efficacemente da una forma visibile (**m**). Il Teorema  
di Agrado dimostra la varietà delle possibili rappresentazioni: non  
a caso, anche il teatro lo è.

Il Teorema fondamentale del Modello di architettura esplora le  
possibili rappresentazioni (**m**) dell'idea progettuale (**M**) e ne defini-  
sce le relazioni.

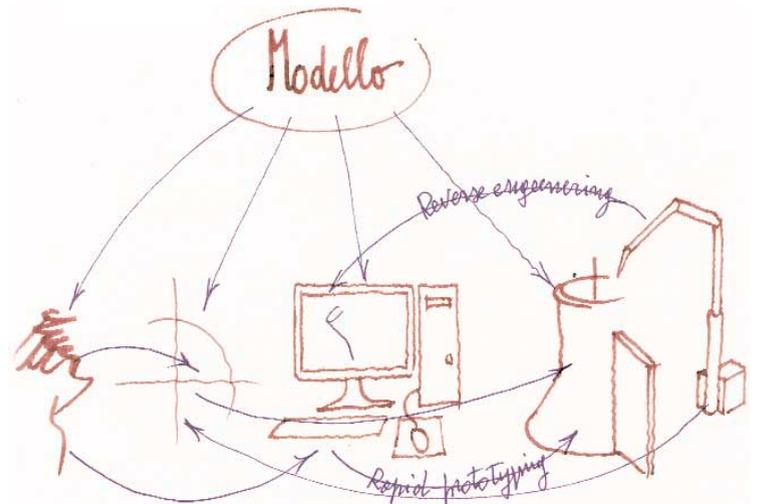
Sono manifestazioni o rappresentazioni del Modello:

- gli schizzi a mano libera, comunque eseguiti;
- gli scarabocchi sub-consapevoli tracciati su una busta usata du-  
rante una telefonata noiosa;
- i disegni tecnici di massima (piante, sezioni, prospetti);
- i disegni tecnici esecutivi;
- le viste d'insieme: assonometrie, prospettive, al tratto o chiaro-  
scure;
- gli studi relativi alla geometria di forme speciali, siano essi equa-  
zioni o modelli informatici che da queste derivano;
- i modelli tridimensionali elaborati al computer, siano essi nume-  
rici (*mesh*) o matematici (NURBS);
- le immagini statiche o dinamiche ottenute per elaborazione auto-  
matica del chiaroscuro (*rendering*);
- i modelli dinamici interattivi ovvero le applicazioni all'architettura  
della realtà virtuale;
- i modelli fisici realizzati manualmente con legno leggero, metal-  
lo, plastica o qualsiasi altro materiale;



1. Nebulosa del granchio:  
un solo colpo di  
pennello!

2. Schema delle  
metamorfosi dei modelli.



- i modelli fisici realizzati automaticamente per mezzo di macchine a controllo numerico, come le stampanti tridimensionali (*rapid prototyping*);
- i modelli matematici realizzati esplorando le superfici di un modello fisico con appositi sensori come i *3D digitizer* e gli scanner (*reverse engineering*).

Tutte queste rappresentazioni (**m**) possono trasformarsi le une nelle altre, senza soluzione di continuità, in un processo a spirale che converge verso il Modello (**M**) e lo perfeziona, senza mai raggiungerlo (**fig. 2**).

Tutti gli **m** hanno il medesimo rapporto con **M** e dovrebbero essere indicati con un termine di carattere generale che li abbracci tutti. Si può usare il termine *modelli* (scritto non la **m** minuscola), come proposto da Migliari (MIGLIARI 2000), magari distinguendo quelli grafici da quelli informatici; oppure usare il termine colto *rap-presentazioni*, che già li comprende tutti, ma, meglio ancora, è estendere il significato della parola *disegno*.

Ecco, dunque, il senso dell'enunciato: *Disegno come Modello*, ovvero Modello, idea, che si inverte nelle mutevoli forme del disegno.

## Cose scritte

### Bambù e minimal modelling

✍ Carissimo amico, secondo me (ma non sono un critico d'arte) minimalismo significa ricerca della semplicità e della concisione al tempo stesso, ma senza la freddezza del razionalismo. Per esprimere un concetto ci sono molti modi: quello che impiega il maggior numero di parole e immagini è sicuramente il più facile, ma non è il più efficace. Di quel discorso rimane poco, l'ombra delle emozioni che ha suscitato, nulla più. Il modo più efficace, invece, è quello che usa il minor numero di parole e le immagini più povere e facili da ricordare; e questo lo fanno molto bene i maghi della pubblicità. A volte perdo tanto di quel tempo ad analizzare le pubblicità che mi sento uno scemo. Però ottengo due risultati: impedisco al messaggio subliminale di attecchire, proprio perché lo analizzo, e imparo molti trucchi, alcuni sono opere d'arte, altri sono spregevoli. Il minimalismo non è una novità (pensa a Lisia e a Tacito, minimalismo in letteratura, e, naturalmente, anche a quella parte della pittura cinese che si è occupata delle forme naturali). Ci sono molti modi per disegnare un filo d'erba. Quello di Dürer (**fig. 3**), che pure è un grande, grandissimo artista, non è il più efficace: egli si serve della sua calligrafia abituale per riprodurre, con fotografica esattezza, ciò che vede, ma non ne trae l'essenza.

Guardiamo ora un disegno di Li K'An (pittore della dinastia Yuan, 1260-1368) (**fig. 4**), che raffigura qualcosa di molto simile, l'intrico di un bosco di bambù. Qui l'artista ha studiato e costruito la calligrafia più adatta a disegnare il bambù. È una lingua fatta di cinque segni tracciati in un sol colpo col pennello: un segno lineare, per gli steli; un segno lanceolato per le foglie (tu sai come fare premendo gradualmente sul pennello); un segno in cui la pressione varia appena per i segmenti delle canne; un segno "sporco", da pennello troppo asciutto, per le rugosità delle canne in prossimità del nodo; e, infine, un segno di punta, appena un macchiolina, per quella corona di piccole cavità che il nodo ha tutt'intorno.

È un'immagine che non si scorda più e che ti si stampa nella memoria e nel cuore perché ti "spiega" il bambù, in ciò che ha di essenziale. Ma come è riuscito Li K'An a fare questo disegno? Ci ha messo dieci anni, anche se non si tratta di un granchio, nel senso

che ha accumulato dentro di sé l'esperienza di molti altri pittori di bambù, perfezionando la semplicità e la concisione dei segni.

Ora, però, rispondiamo a questa domanda: cosa ha a che vedere questa descrizione del mondo che io, forse impropriamente, chiamo minimalista, con il nostro disegno come Modello?

Il Modello è un'idea, solo un'idea, il vero Modello. I modelli (con la **m** minuscola) sono le sue manifestazioni visibili: disegni, plastici, ecc. Quale modello si avvicina di più all'idea? Certamente quello che riesce a isolare i caratteri essenziali del Modello. Ad esempio: il mio ricordo del bambù è un Modello; il disegno di Li K'An è uno dei tanti modelli del bambù che si potrebbero costruire, in infiniti modi, ma certamente è un buon modello, se non il migliore, perché è fatto con cinque colpi di pennello.

In quella apparente rapidità si contrae il tempo di una lunghissima contemplazione, che ha letto e compreso il bambù al di là della scienza e dell'arte, nell'amore per la natura.

Io credo che questa analisi si potrebbe estendere a qualsiasi modello. Pensa, ad esempio, a Botero e alla poltrona UP5 di Gaetano Pesce: perché generano immagini tanto belle? Secondo me perché sono modelli molti vicini al nostro Modello della Donna (madre e amante, senza scomodare Freud).

Insomma, credo che la favola di Calvino, da un lato, descriva bene cos'è un Modello (con la **M** maiuscola), che poi è il granchio che il Re voleva possedere per sempre e non possedeva mai; dall'altro lato, spieghi come si fa a costruire un modello (con la **m** minuscola), mediante la contemplazione e, se non si dispone dei dieci anni della favola, lo studio delle contemplazioni precedenti, la "tradizione" rivissuta e di nuovo sintetizzata; infine, la favola ci mostra un modello efficace, anzi il più efficace, quello che si costruisce con un solo segno!

## Unicità del disegno

✍️ Caro R., ti scrivo visti i tempi che stiamo passando.

Qualche giorno fa tu mi hai detto "abbiamo toccato il fondo, peggio di così non può andare, quindi possiamo tirarci su le maniche e proporre qualche cosa di nuovo perché dopo la notte viene sempre l'alba". Forse non proprio queste sono state le parole, ma il concetto era chiaro "ha da passa' 'a nottata" (come diceva Edoardo).



3. Albrecht Dürer,  
*La grande zolla erbosa*,  
1503.



4. Li K'An, *Bambù*,  
Dinastia Yuan  
(1260-1368)

Spero che la nottata sia passata, e per questo supero i miei timori e con animo sincero ti scrivo. Tu hai spesso parlato di scuola, di un gruppo di studiosi capaci di proporsi all'interno di una disciplina così ampia come il disegno, capaci di farsi riconoscere, oltre che per una comunione di intenti, per qualcosa di diverso da dire. Hai pensato, molto sintetizzando, alla geometria e all'informatica come comune denominatore, che fosse accettato da tante diverse personalità. Penso invece che questo elemento comune, capace di costruire una scuola sia il disegno. Il disegno è quella cosa che tutti credono di saper fare ma che nessuno sa cosa sia. Il disegno è la capacità di gestire una quantità d'informazioni, di sensazioni, di percezioni attraverso un segno, il massimo di sintesi possibile.

Mentre ti scrivo mi viene alla mente mia cugina Paola, una matematica, una delle persone più importanti della mia vita. Di fronte al teorema di Pitagora mi disse "ti rendi conto di quanto sia bello questo teorema?" io, preso alla sprovvista, non riuscii a vedere niente, oltre al suo aspetto grafico, "è sintetico, conclusivo, semplice; è simmetrico, è proporzionale" continuò ... Capii che cosa voleva dire. È la sintesi ultima, il gesto del grande attore, il segno del pittore capace di evocare con esso e in esso una cultura, una capacità comunicativa piena di sottintesi tutti evidenti ed espliciti. Non c'è nessuna menzogna ed è la verità ultima.

Con lo stesso interesse leggo di geometria e mi emoziono di fronte ad alcuni teoremi di Euclide o, ad esempio, al Teorema dei Triangoli omologhi di Desargues, perché sono privi di retorica e sono pieni di disegno.

Un disegno sintetico dove la simmetria e l'equilibrio sono il vincolo che lega la logica deduttiva al meraviglioso naturale. La *com-mesuratio* di Vitruvio.

Spesso mi sono trovato a pensare di geometria e come essa sia legata agli elementi che la definiscono. Il piano non esiste, la retta non esiste, il punto non esiste, sono astrazioni ultime, oltre alle quali non siamo capaci di andare, eppure sono le astrazioni che rendono possibile il tutto. Allora bisogna tornare ad esse, capire come queste generino e abbiano generato una quantità di forme, d'immagini, di sensazioni che ci riempiono la vista e il cervello.

Pensavo alla mia ultima lezione: proposi una immagine della *Scuola di Atene*, di Raffaello. Feci notare come questa immagine bidimensionale si evolve naturalmente in una immagine tridimen-

sionale. Come questa sia la logica conseguenza di un processo creativo che vede l'immagine come conclusione. L'immagine, l'unica immagine possibile. Questo è quello che si può definire come arte, la costruzione dell'unica immagine possibile.

Ci troviamo in sede di laurea ... immagini ... immagini. Tutte immagini possibili. Nessuna immagine ... Una quantità impressionante d'immagini, nessuna capace di esprimere, nessuna efficace. Tutte che sottintendono, sottintendono qualche cosa ... qualche cosa che non c'è.

Chi si preoccupa dell'immagine? Chi si rende conto che l'immagine è la conclusione ultima di un processo creativo intelligente ed estremamente coinvolgente?

L'immagine è il disegno.

Noi ci siamo occupati di geometria, di disegno dell'architettura, di disegno dal vero, di disegno automatico, di modellazione informatica ... in qualche modo affermando così l'esistenza di tanti disegni tutti diversi, mentre, forse, è arrivato il momento di affermare la unicità del disegno, di dimostrare che ognuno di questi disegni è il figlio dello stesso unico padre. Forma, colore, costruzione, funzione, tutto appartiene al disegno. È attraverso il disegno che possiamo realmente capire, studiare, intervenire sull'evento progettuale poeticamente caratterizzandolo.

## Modello e geometria

---

Il modo più semplice per ricercare l'essenza di una forma e approssimarne il Modello è scoprirne la geometria.

Prendi una conchiglia: ha una forma complicata, che si riavvolge su se stessa. Ma, se la osservi bene, ti accorgi che nella conchiglia ci sono solo due linee: la prima è una spirale, la seconda una linea curva. Con queste due linee tu puoi generare il modello di *qual-siasi* conchiglia. Non lo dico io, ce lo ha insegnato D'Arcy W. Thompson con un libro che s'intitola *Crescita e forma*, pubblicato per la prima volta nel 1917: uno dei più bei libri di geometria che io conosca (THOMPSON).

Prendiamo, ad esempio, una conchiglia del genere *Conus*, la linea spirale è quella che ne guida l'accrescimento – la chiameremo *direttrice*; l'altra curva è una sezione del guscio, che puoi vedere nel punto in cui la conchiglia si apre all'esterno – la chiameremo *generatrice*.

Attenzione, però: la spirale non è una spirale qualsiasi, è una *elica conica*, da non confondersi con la spirale conica. L'*elica conica* è una curva che si svolge sulla superficie di un cono incontrandone le generatrici sempre con lo stesso angolo: è quella che si dice, anche, una *lossodromia del cono* (fig. 5). Questa curva ha molte interessanti proprietà, ma la più curiosa di tutte è che, a dispetto delle apparenze, non raggiunge mai il vertice del cono. La spirale conica, invece, è generata da un punto che si muove con moto uniforme su una generatrice del cono, mentre questa ruota, con moto uniforme, intorno all'asse: questa curva, ovviamente, raggiunge il vertice del cono. L'*elica conica* ha pendenza costante; la spirale conica ha pendenza variabile.

C'è un'altra osservazione importante da fare: l'altra curva, la generatrice, varia le sue dimensioni mentre scorre lungo la direttrice per generare la superficie esterna del guscio, ma non varia la sua forma; si dice che subisce una trasformazione omotetica.

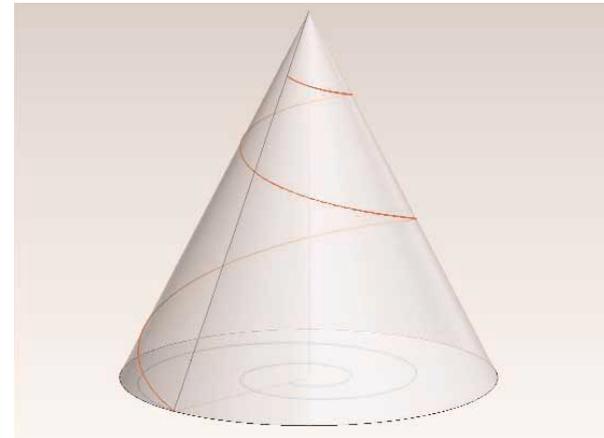
Comprese queste proprietà geometriche della forma (come Chuang-Tzu comprese le proprietà formali del granchio) è facile costruire un modello della nostra conchiglia (fig. 6):

- con un calibro si misurano l'altezza, la larghezza alla base e il passo dell'*elica*, quindi si genera l'*elica*;
- la generatrice si appoggia con un estremo all'*elica* e con l'altro all'asse, si traccia quindi un segmento per questi due punti;
- si costruisce un secondo segmento, parallelo a quello di cui sopra, che passa per l'estremo superiore dell'*elica* fino a intercettare l'asse che qui ha termine;
- i due segmenti così costruiti garantiscono la trasformazione omotetica della generatrice;
- si disegna la generatrice;
- infine si genera la superficie facendo scorrere la generatrice sull'*elica* in modo che mantenga l'estremo inferiore sull'asse.

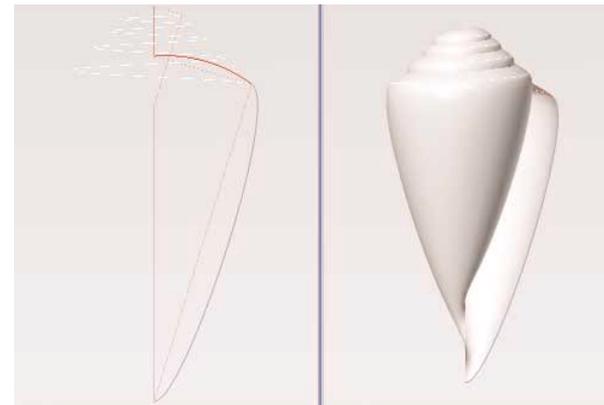
Con analoghi accorgimenti è possibile generare il modello di qualsiasi conchiglia (fig. 7).

### Modello e cubismo

📎 Caro L., mi sembra che il vero problema, oggi, sia come educare un architetto al disegno nell'era dell'informatica e dell'hyperarchitettura.



5. L'*elica conica* è una *lossodromia del cono*.



6. Genesi informatica di una conchiglia del genere *Conus*.



7. Altre conchiglie generate con il medesimo algoritmo.

Provo a esporre qualche idea, anche se è ancora confusa.

I modellatori rendono oggi possibile progettare in tre dimensioni, senza passare attraverso il disegno tecnico bidimensionale, ma solo, e non necessariamente, attraverso il disegno di invenzione. Molti studenti attuano questa strategia progettuale spontaneamente, solo per risparmiarsi la fatica di disegnare piante e alzati, che poi il computer esegue automaticamente. Lo studente fa questo “furbescamente”, e una volta tanto si tratta di una astuzia plausibile, ma si tratta, in realtà, anche di una strategia commerciale delle multinazionali del software. Ho raccolto molti articoli nei quali, con il tipico pragmatismo americano, si mette in evidenza non solo il risparmio di tempo, ma il risparmio del denaro destinato alla cause che nascono dalla incoerenza degli elaborati tecnici quando sono fatti alla vecchia maniera. Dovrei citare ancora l’automazione dei computi metrici estimativi, la semplificazione nella elaborazione delle varianti, ecc. ... ma non finirei più. Ora, è mai possibile che non ci siano, nelle nostre università, altro che rarissimi docenti che insegnano queste tecniche: non è ora di cambiare in modo più deciso?

I renderizzatori (scusa il neologismo) consentono di fare velocemente il lavoro che negli anni sessanta del Novecento faceva il maestro di prospettiva, in genere un disegnatore bravo con l’acquarello (e che, e con quanta maestria, ancora nell’Ottocento e nel primo Novecento facevano gli stessi progettisti). Ma i risultati che si ottengono oggi sono orribili (fatte salve poche eccezioni). Perché? Io credo che si debba imparare a dipingere con il software come si impara con le altre tecniche.

Bisogna studiare il chiaroscuro. E se hai bisogno di un albero, che sia realistico o astratto, devi studiarne l’anatomia.

Per ora mi fermo qui. Come vedi, io ragiono solo dal punto di vista di un professore di Geometria descrittiva e non vado oltre, perché non ne sono capace. Ma tu puoi fare il resto. A presto, R.

✍️ Caro R. il modo in cui progettiamo sta cambiando perché cambia il modo in cui vediamo e descriviamo la realtà? Non saprei rispondere con certezza, ma propendo fortemente per il sì. Ti faccio quattro esempi.

*Primo.* Guardo una corsa automobilistica. La vedo attraverso dieci telecamere diverse che mi mandano immagini in contemporanea. Ma allora dove è la prospettiva monoculare o bioculare? Non sia-

mo più vicini al mondo dei cubisti? Questa continua dislocazione del punto di vista (facciamo guardare per noi le macchine, le telecamere, gli apparecchi della TAC e le sonde) non cambia la nostra percezione? Già alcuni epistemologi sostengono che è il nuovo punto di vista concesso da questi strumenti dislocanti la vista che ha cambiato la scienza negli ultimi anni più che il cambiamento di paradigmi concettuali.

*Secondo.* Quando progettavo nel modo tradizionale usavo il plastico e il disegno per avvicinarmi alla forma del progetto. Erano a volte fasi staccate. Adesso invece faccio il plastico (*rendering*, modello 3D) e insieme il disegno (piante, prospetti e sezioni). E posso guardare tutto insieme: non siamo vicino alla tecnica cubista della compresenza? E anche questo non cambia il metodo di approccio?

*Terzo.* Prima progettavo per arrivare a una forma. Il disegno, infatti, mi permetteva soprattutto di controllare una entità geometrica. Cioè un sistema di relazioni tutte interne alla Geometria descrittiva. Altri tipi di relazioni le tenevo in testa (nel senso che ci pensavo), ma le verificavo solo dopo (ad esempio la struttura, l’aspetto termico, le grane, i materiali, i costi, le relazioni tra uomo e ambiente, i suoni, gli odori). Adesso con il computer posso mettere in gioco queste relazioni, anche da subito. Alla lunga credo che questo sistema nuovo di progettazione, mi obbligherà a pensare più alle relazioni, anche non geometriche, che alle forme tradizionali. Il concetto più generale (relazione) assorbirà quello meno generale (forma).

*Quarto.* Gli avatar e i modelli: io faccio una casa e poi faccio un duplicato di me stesso e gli faccio abitare la casa. Questo modello quanto è diverso rispetto a quello prospettico del Dürer? Cosa cambia nel momento in cui, per così dire, abito la prospettiva invece di guardarla solo dall’esterno, da un punto di vista ideale, come accade a Dürer che disegna il pittore che mette in prospettiva la modello? Sottotema: le scatole prospettiche. Per spiegare una prospettiva devo disegnare una prospettiva che metta in prospettiva la prospettiva, in un continuo processo di dislocazione del punto di vista. Il computer è solo una scatola prospettica più sofisticata?

Te la faccio breve. Io credo che stia cambiando il modello descritto da Panofsky, che, bene o male, traballante o meno, rendeva conto di un approccio percettivo tradizionale. Non credo che ci stiamo allontanando dalla prospettiva, perché alla fine ricorriamo sempre a modelli prospettici. Ma tra la prospettiva di un videgio-

co e quella di Dürer c'è una grossa differenza; non di tecnica proiettiva ma di modalità di porsi del punto di vista. Il computer credo che introduca qualcosa di simile al videogioco nel nostro modo di porci rispetto alla realtà (dislocazione e/o estrema mobilità del punto di vista).

I tuoi due punti, che bene hai messo in evidenza, credo che siano legati in qualche modo a questo ragionamento. E credo che è su questo tema che chi voglia fare un po' di ricerca debba riflettere. In questo senso concordo sul fatto che bisogna imparare a dipingere col computer, e, aggiungerei, questo dipingere credo che sarà diverso dal dipingere tradizionale (soprattutto se passeremo dalla forma alle relazioni ...).

Se non approfondiamo questi temi generali credo che corriamo il rischio di chi voleva insegnare la calligrafia a chi viveva nell'età dei caratteri mobili, o la bella dizione a chi viveva nell'età della scrittura. Cose utili, piacevoli e un po' retrò, ma non propriamente pertinenti ai problemi del tempo.

Scusa i tanti interrogativi: sono temi sui quali rifletto senza trovare ancora un filo preciso. A presto L.

### **Disegno come Modello: considerazioni sulla didattica del disegno**

L'insegnamento del disegno nelle facoltà di architettura è, attualmente, articolato intorno a tre discipline: la Geometria descrittiva, il disegno dell'architettura e il rilievo. Anche i corsi integrati, di recente istituzione, conservano questa struttura, dosando in misura diversa i contributi delle tre discipline nei tre anni di corso.

In particolare:

- la Geometria descrittiva, fatte salve rare eccezioni, è insegnata secondo il metodo di Gaspard Monge (1795) che prevede l'associazione inderogabile di prima e seconda proiezione, l'uso delle tracce nella rappresentazione di rette e piani, la costruzione della prospettiva per via indiretta, ecc.; questo metodo è del tutto teorico e avulso dal progetto;
- il disegno dell'architettura è inteso, per lo più, come composizione grafica della tavola, con qualche accenno all'analisi dell'edificio e qualche ritorno, assai poco convinto, al decadente disegno dal vero degli anni sessanta;

- il rilievo, infine, è visto come applicazione di regole empiriche alla resa grafica dell'architettura storica.

In questo quadro, poco o nessuno spazio trovano le varie applicazioni dell'informatica alla rappresentazione dell'architettura.

In conclusione, la didattica del disegno appare oggi del tutto anacronistica.

Per stabilire quali correttivi possano e debbano essere apportati alla didattica del disegno, per renderla attuale ed efficace, occorre prima rispondere, sia pur brevemente, a due quesiti.

Quali novità ha introdotto l'informatica nella tecnica del disegno?

Quali conseguenze comporta l'uso delle nuove tecniche?

Conviene raccogliere le nuove possibilità offerte dalla tecnologia informatica nei medesimi tre campi sopra ricordati: della geometria, del disegno e del rilievo.

Nella Geometria descrittiva è oggi possibile generare automaticamente le proiezioni parallele e il chiaroscuro dell'oggetto studiato, in tempo reale e con fluidità tale da simulare il movimento; è anche possibile generare automaticamente immagini prospettiche, statiche o dinamiche dell'oggetto e il chiaroscuro completo di ogni effetto, dai punti brillanti alla prospettiva aerea, sempre in tempo reale.

È inoltre possibile controllare forme che non possono essere descritte come luogo geometrico, grazie alla interpolazione di linee e punti guida, come potente estensione della tecnica delle linee grafiche della Geometria descrittiva classica.

Queste innovazioni hanno spostato l'attenzione dello studioso di geometria dalla rappresentazione dell'oggetto all'oggetto stesso, alle sue proprietà geometriche e formali. Lo scopo della Geometria descrittiva è dunque la costruzione e il controllo di un modello, che un tempo poteva essere faticosamente visualizzato in due o tre viste e che oggi, invece, può essere visualizzato nel modo più completo, in movimento, in uno spazio virtuale gestito dall'utente.

Nel disegno è oggi possibile simulare qualsiasi tecnica grafica, dalla matita all'acquerello, ma, ciò che più è interessante, è possibile fondere tecniche grafiche e fotografiche e immagini che provengono dall'invenzione artistica, dalla realtà o dal modello virtuale chiaroscurato. Vi sono programmi che consentono anche di disegnare con le tecniche tradizionali sull'oggetto tridimensionale. È possibile, ad esempio, campire con un pastello, intrecciando i

tratti, le superfici, piane o curve, di un oggetto tridimensionale simulato. Queste tecniche offrono straordinarie possibilità di personalizzazione della simulazione. Lo spazio virtuale non è più il freddo e ripetitivo risultato di un automatismo. In questi passaggi dal modello alla sua rappresentazione bidimensionale e dal bozzetto al modello tridimensionale si configura una dimensione intermedia, tra le due del disegno e le tre del modello.

Nel rilievo è oggi possibile misurare le coordinate tridimensionali di un campione di punti dell'oggetto da rilevare, grande quanto si vuole, e con accuratezza nota. Questo campione può essere unito ad altri anche senza misure topografiche preliminari (cioè senza punti di appoggio). Dalle nuvole di punti così catturate si ricavano modelli poliedrici, a facce triangolari, detti *mesh*, e da questi ultimi si possono ricavare modelli matematici, ovvero modelli che descrivono l'oggetto in modo continuo per mezzo di equazioni, anziché come archivio di coordinate di punti sperimentali.

Ma le nuove tecniche di rilievo consentono anche, con apparecchi e semplici e poco costosi, di ricavare da un modello fisico le linee guida che ne costituiscono la struttura geometrica per trasferirle al modello virtuale.

Al centro delle attività e dei prodotti del rilievo c'è, dunque, e sempre: il Modello.

Vi sono, infine, alcune possibilità che non sono mai state prese in considerazione dal disegno tradizionale, semplicemente perché non esistevano in altra forma e non erano neppure presagibili: il modello informatico può farsi guida di una fresa a controllo numerico, capace di scolpire l'oggetto rappresentato, o può pilotare il funzionamento di una stampante tridimensionale che, grazie al deposito di strati sottili di resina, produce in breve tempo una replica fisica fedele dell'oggetto virtuale.

Tutto ciò premesso, è possibile considerare le conseguenze che l'uso delle nuove tecniche comporta.

La prima conseguenza è la suddetta centralità del Modello (con la **M** maiuscola).

Oggi non ha più senso distinguere tra disegno artistico, disegno tecnico, tavola costruita con i codici della Geometria descrittiva, disegno automatico, modello informatico e modello fisico: poiché tutte queste diverse rappresentazioni sono in grado di dialogare l'una con l'altra e, anzi, di trasformarsi l'una nell'altra; è chiaro, fi-

nalmente, che si tratta di diversi aspetti o epifanie del Modello. Il Modello non è altro che l'idea che il progettista vuole realizzare, oppure è la forma che il rilevatore ha compreso o crede di comprendere studiando un monumento antico.

Dicevo che le diverse rappresentazioni del Modello si trasformano l'una nell'altra: è vero, ma è vero che in ogni trasformazione qualcosa si aggiunge, qualcosa si perde, e che la rappresentazione più vicina al Modello è la somma di tutte.

Ecco perché, l'insegnamento del disegno nelle facoltà di architettura deve essere profondamente rinnovato.

Crediamo che sia sbagliata l'articolazione nelle tre componenti della geometria, del disegno e del rilievo. Crediamo che sia sbagliata la prevalenza dell'insegnamento *ex cathedra*, cioè come si dice oggi della didattica frontale, rispetto a quella guidata o di laboratorio.

La nuova didattica del disegno, come possiamo auspicare e presagire, dovrebbe riflettere una semplice metafora: quella di una grande aula nella quale si raccolgono, in zone non troppo appartate, le seguenti funzionalità:

- cavalletti per disegnare, seduti o in piedi, ma con il foglio disteso sullo stiratore in posizione pressoché verticale, raccolti intorno a una pedana sulla quale c'è il modello fisico (un vaso, un capitello, un busto di gesso, una modella), come nella vecchia scuola accademica; senza falsi pudori per una capacità che ha distinto, da sempre, e continua a distinguere, i migliori architetti e designer;

- molti computer e programmi di modellazione, collegati in rete e a periferiche di stampa (attenzione: non tanto programmi per il disegno bidimensionale, quanto programmi per la costruzione di modelli virtuali, capaci di generare i grafici automaticamente, una volta costruito il modello); per strano che possa sembrare questa è l'area della Geometria descrittiva;

- grandi banchi da lavoro, tornelli per modellare, scaffali per custodire attrezzi e pezzi che debbono essiccare, macchine a controllo numerico per il *Rapid Prototyping* (stampanti 3D, di preferenza); è questa l'area della *plastica*, come si diceva un tempo;

- infine alcuni computer al servizio esclusivo di un digitalizzatore (*3D digitizer*) o uno *3D scanner* (molto più costoso del primo), per il *reverse modeling*, cioè per il passaggio inverso dal modello fisico al modello matematico.

Al centro di questa aula ideale c'è l'idea come Modello: tutto in-

## Cose disegnate

### Cose disegnate

#### Andrea Casale

Sempre più spesso nei dibattiti e nelle conferenze sulla didattica del disegno viene evidenziata non tanto la distinzione quanto la vera e propria dicotomia esistente oggi tra disegno tecnico e disegno artistico, quasi dimenticando che il disegno nei suoi vari aspetti è necessario sia all'elaborazione che alla rappresentazione del processo progettuale.

Facile è descrivere cosa s'intende per *disegno tecnico*: è il linguaggio capace di comunicare un evento concreto a un interlocutore. Molti sono gli strumenti che il disegno tecnico può adoperare: dalla Geometria descrittiva alla rappresentazione virtuale, informatica, di modelli geometrici di grande effetto, conquistando notevole realismo e concretezza comunicativa.

Difficile è parlare del *disegno artistico*, delle sue caratteristiche creative e della sua necessaria presenza nel processo compositivo. Mi sembra, infatti, che quando al sostantivo *disegno* si aggiunge l'attributo *artistico* si generi una grande confusione e che, per fare chiarezza, sia necessario definire che cosa si intenda con il termine *arte*; termine cui si attribuisce un significato più ampio che non quello del semplice "fare" perché legato alla coscienza che l'uomo ha di se stesso. Credo che mediante l'arte l'uomo esprima due diversi atteggiamenti nei confronti della natura: da una parte, attraverso l'arte si adegua alla natura, vuole far parte di essa; dall'altra, con l'arte si contrappone alla natura, costruisce un *segno* in questa natura, un *grido* che testimonia il suo esserci.

Dialogando su tale argomento con amici e studenti, ho avuto conferma che al concetto di *arte* vengono associate varie definizioni riconducibili a due proposizioni base: *arte* = naturale e tangibile espressione di una personalità; *arte* = scintilla intuitiva alla fine di un percorso conoscitivo.

Queste concezioni, che possono sembrare il prodotto di formazioni culturali diverse, vivono contestualmente nella società attuale, spesso non hanno più legami con i processi filosofici che sono alla loro base e che trovano in questo mondo multietnico e senza bar-

riere geografiche la loro simultanea esistenza. Mentre cercavo un'idea, un esempio, per meglio comprendere ed esprimere le due definizioni e quanto esse siano diverse l'una dall'altra, mi è capitato di ritrovare un libro che appartiene alla mia giovinezza *Lo zen e il tiro con l'arco*, di Euygen Herrigel. In esso viene descritto il percorso metodologico, pratico, filosofico e spirituale che il filosofo tedesco compie per imparare a tirare con l'arco, *arte* cui è applicata la filosofia zen. Per diventare arcieri si deve assumere una nuova natura e diventare arco, freccia, aria, bersaglio; la freccia che colpisce il bersaglio è la conclusione naturale di tutto questo processo. Alla cultura occidentale apparterebbe un diverso comportamento; lo studio tecnologico-razionale della freccia, dell'arco, dell'aria e quindi del bersaglio può produrre una favorevole probabilità di colpire il bersaglio; la capacità istintiva dell'arciere fa sì che sia maggiore la probabilità che tale evento si verifichi.

Ma la spiritualità dell'arciere zen e l'istinto dell'arciere occidentale hanno una radice comune?

Da una parte per arrivare all'arte è necessaria una piena partecipazione alla natura, poiché in essa già esistono tutti i prototipi e i segni possibili e imitando questi segni si afferma la totale appartenenza e la solidarietà tra uomo e natura.

L'uomo elemento tra gli elementi della natura.

Nel testo fondamento della filosofia taoista, il *Tao te ching*, si legge "l'uomo segue la terra. La terra segue il cielo. Il cielo segue il Tao. Il Tao segue la natura". Ciò significa che qualsiasi cosa l'uomo sperimenti nella sua vita è in relazione con la legge universale della natura. Esistono quindi delle regole cosmiche che l'uomo, attraverso il continuo distaccarsi dalla natura, ha dimenticato, perdendo il rapporto con le sue origini; soltanto con adeguate riflessioni e con appropriate metodologie è possibile ricostruire questo antico legame con la natura. L'ordine umano non è che un'immagine dell'ordine cosmico e l'ordine cosmico è possibile anche senza l'ordine umano, ma non viceversa.

Dall'altra parte è necessaria una solida base culturale e una padronanza del mezzo tecnico; il *segno* artistico è il frutto di una approfondita sperimentazione, dove l'uomo indagando la natura, si propone con un'opera che non è imitazione ma conclusione di un processo conoscitivo logico della natura stessa.

L'uomo come unico essere fatto a somiglianza di Dio.

Anche l'artista formato in una cultura di tipo occidentale cerca nell'arte una esperienza personale che in alcuni casi si può definire trascendentale; esercizio, tecnica e tempo servono a trasformarlo in uno strumento perfettamente adeguato e accordato all'opera che sta eseguendo.

Quello che sembra differire tra i due atteggiamenti filosofici è l'esigenza di "firmare" la propria opera e quindi di dimostrare la propria personalità. In entrambi comunque esiste il concetto che il *segno* è uno strumento di comunicazione dell'evento artistico. Ciò che cambia è l'approccio personale che l'artista propone nel produrre questo *segno*.

Mi sembra comunque sia evidente che: una *cosa* è l'arte, una *cosa* è l'artista e una *cosa* è l'insegnamento di una materia che si fregia dell'attributo *artistica*. Ritornando quindi al tema, bisogna riconoscere che ai due differenti atteggiamenti schematicamente descritti possono corrispondere metodologie didattiche diverse.

Forse, nonostante questo legame con la cultura orientale, che ormai ci appartiene e di cui molta arte contemporanea sembra essere lo specchio, possiamo, da uomini occidentali, porci di fronte al fenomeno arte e indagarlo con l'atteggiamento scientifico e culturale che più ci è proprio.

Voglio riportare alcune riflessioni di due artisti che si sono preoccupati dell'insegnamento dell'arte.

Vasilij Kandisky nella prefazione alla prima edizione di *Punto, linea, superficie* del 1923-1926 scrive: "I problemi di una *scienza dell'arte* oggi ai primi passi, posti deliberatamente in forma limitata, superano, quando siano sviluppati in modo conseguente, i limiti della pittura e infine dell'arte in generale. Qui io mi propongo di fissare solo alcune indicazioni – metodo analitico e contemporanea considerazione dei valori sintetici".

E ancora nell'introduzione al testo leggiamo: "Si può supporre con assoluta sicurezza che la pittura non sia stata sempre da questo punto di vista così sprovveduta come oggi, che in passato dovette esistere determinate conoscenze teoriche e non solo in riferimento a questioni puramente tecniche, che una certa dottrina della composizione potesse essere insegnata e lo fu realmente ai principianti e che specialmente talune nozioni sugli elementi, la loro natura e la loro applicazione fossero per l'artista una cosa universale".

E più avanti: "Le ricerche che devono essere poste alla base della nuova scienza – *la scienza dell'arte* – hanno due fini e scaturiscono da due necessità: la necessità della scienza in generale, la quale cresce da un desiderio non pratico di conoscere: la scienza – *pura* –; la necessità di un equilibrio tra le forze creative, le quali devono essere suddivise schematicamente in due parti: intuizione e calcolo: la scienza – *pratica* –" (KANDISKY).

Paul Klee in una lettera del novembre del 1921, riferendosi a una lezione tenuta presso la Bauhaus, scrive: "Ieri la lezione è filata come l'olio, una volta ancora me l'ero preparata dalla prima all'ultima parola, così non dovevo temere di dire qualcosa di poco ponderato. Dai principi prospettici, sono passato al senso d'equilibrio nell'uomo. Alla prossima giornata di esercitazione, con dei mattoni costruiremo alcuni di questi sistemi di equilibrio, che ci serviranno da modelli nel nostro lavoro" (KLEE, P. XXXIV).

Dalle frasi, e ancor più dagli scritti, che questi due autori ci hanno lasciato durante la loro lunga esperienza artistica, risulta evidente che il concetto di *arte come scienza*, e quindi la possibilità che l'arte possa esprimersi attraverso i percorsi sperimentali propri della scienza, era presente nei loro pensieri e anche nella cultura che essi rappresentavano.

Modelli concettuali, costruiti attorno ad alcuni punti essenziali, ordinati, sistemati e strutturati, permettono allo scienziato di comprendere il fenomeno analizzato, il ricercatore sa bene, però, che non è possibile una completa descrizione dell'unicità del fenomeno e d'altro canto non c'è nessun bisogno di duplicare ciò che già esiste.

Allo stesso modo l'artista usa i suoi strumenti per catturare entro il particolare della sua opera qualche cosa di universalmente significativa; egli non è impegnato ad afferrarne l'unicità in sé, anche se i prodotti del suo lavoro sono unici nella loro particolarità.

Parole attuali, facilmente spendibili per descrivere l'odierno panorama artistico e critico ritroviamo nell'introduzione di *Arte e Percezione Visiva* di Rudolf Arnheim: "L'arte sembra correre il rischio di venir sommersa dalle chiacchiere. Ci accade ben di rado d'imbatterci in un esemplare nuovo di ciò che saremo pronti ad accogliere come arte genuina, eppure siamo, di continuo, inondati da un diluvio di libri, articoli, saggi, discorsi, dibattiti, manuali pronti a dirci cos'è l'arte e cosa non è, cosa è stato fatto da chi e quando

e perché [...] Siamo perseguitati dall'immagine d'un corpo fragile e delicato, sezionato da stuoli di chirurghi e analisti da strapazzo; e saremo tentati di attribuire l'insicurezza dell'arte dei nostri giorni al fatto del pensare e ragionare troppo attorno ad essa.

“Con tutta probabilità una diagnosi così fatta è troppo superficiale. È ben vero che le condizioni attuali sembrano poco soddisfacenti a quasi tutti; ma se ne osserviamo con un po' di attenzione le cause, scopriamo di essere gli eredi di una situazione culturale particolarmente inadatta a produrre l'arte, e capace di incoraggiare proprio il modo più sbagliato di ragionare attorno ad essa. Le nostre esperienze e le nostre idee tendono ad essere comuni ma poco profonde, o profonde ma non comuni. Stiamo trascurando il dono di comprendere le cose valendoci di ciò che i sensi ci dicono di loro. Il concetto è scisso dalla percezione e il pensiero si muove in mezzo alle astrazioni. I nostri occhi si sono venuti riducendo a meri strumenti mediante i quali misurare e identificare: da qui una scarsità di idee che possano venire espresse in immagini e una incapacità di ravvisare il significato in ciò che vediamo” (ARNHEIM 1954).

A conclusione del terzo capitolo del primo libro *De architectura* Vitruvio pronuncia la definizione che passerà alla storia come la *Triade Vitruviana*: “*Haec autem ita fieri debent ut habeatur ratio firmitatis, utilitatis, venustatis*” (Tutti questi edifici debbono essere costruiti tenendo conto delle ragioni della stabilità, della utilità e della bellezza. VITRUVIO).

Definizione che a distanza di duemila anni possiamo accettare come sempre attuale e presente nel fare dell'architetto, anche se oggi si tende a una definizione più sintetica: “funzione e forma”; con la prima si sottintende la gestione fisica dell'architettura, con la seconda l'appagamento pluridimensionale dei sensi, la suggestione che gli elementi e gli eventi fanno vivere al protagonista, l'uomo che usa l'architettura.

Poiché è indispensabile un approccio alla complessità dell'evento architettonico, capace di ridurre tutti i dati, i condizionamenti e le informazioni che lo compongono negli elementi sintetici e primitivi che lo definiscono, nasce l'esigenza di una rappresentazione simbolica capace di evocare, per naturale associazione di idee, una realtà più vasta e quindi capace di caricarsi di significati molto diversi. Il *segno-simbolo* è legato al concetto di massima con-

cretezza, di massima sintesi descrittiva; è il fatto elementare che permette di dedurre e gestire una realtà molto più complessa. Nell'architettura il *segno-simbolo* è la pianta, è il prospetto, è la sezione (ecc.), luogo in cui il progettista, operando scelte che sono non solo tecniche ma anche formali, definisce un evento – l'oggetto architettonico – e quindi il modo della sua percezione.

Le nuove tecnologie progettuali, che consentono di affrontare il problema anche in uno spazio tridimensionale virtuale, sembrano aver superato la difficoltà di immaginare e definire uno spazio, che è pluridimensionale, attraverso un controllo solo bidimensionale. Sembra, ai più, sia questa la strada che appiana la difficile sinergia tra pianta, prospetto e sezione, lo strumento che risolve i problemi di essere nello spazio progettato prima che esso si realizzi. Non è così. Al contrario, spesso questa ulteriore possibilità di dominare lo spazio ci toglie la possibilità di gestirlo come simbolo, come sintesi che rappresenta una realtà più vasta, proponendolo subito come uno spazio solido e concreto.

Non possiamo comunque costruire impedimenti al battere incessante del mare dell'informazione ma, come spiaggia travolta dall'onda della conoscenza, dobbiamo assorbire ciò che ci è utile per respingere ciò che non si adatta ai nostri desideri. Comunque dobbiamo renderci permeabili alle interessanti innovazioni, consci che il tempo e la cultura hanno costruito fortezze capaci di interporci alla mareggiata sensoriale e intellettuale che questi tempi propongono.

Nella percezione dell'architettura bisogna forse fare un distinguo: esistono percezioni forti, percezioni immediate che si esprimono agli occhi del fruitore come eventi semplici e ineluttabili (la presenza di un muro, la presenza di un volume, la presenza di una decorazione), e ci sono percezioni indirette, come la simmetria tra gli ambienti, l'equilibrio tra gli spazi, la proporzionalità tra le parti, e così via, che costruiscono una sensazione di piacevolezza e di appagamento nella percezione del luogo.

L'ordine architettonico è l'esempio del passato che dimostra come l'evoluzione della funzione possa acquisire aspetti che superano i concetti su cui si fonda per assumere un valore simbolico di riferimento per chi lo percepisce. La base, il fusto e il capitello hanno funzioni staticamente diverse, la prima serve per scaricare a terra il peso del costruito e deve essere ampia per distribuirlo su di una

ampia superficie, il secondo serve per staccare dal suolo il peso e deve essere il più alto possibile e il terzo serve per distribuire il peso sul fusto. Facile è ritrovare in questo un riferimento naturale, il peso da portare è la chioma di un albero, il capitello è l'attacco dei rami al tronco, il fusto è il tronco e la base sono le radici che ancorano al terreno l'albero.

L'evoluzione dell'ordine architettonico ha superato i concetti che sono alla base; guardando un'opera classica non rileggiamo né la distribuzione delle forze che la compongono né l'immagine naturalistica dell'albero, bensì l'ordine ormai acquisito. La funzione e la forma si sono evolute e il simbolo che le raffigura si caratterizza identificandosi come autonomo, rispettoso dello stile architettonico che rappresenta.

Mi sembra sia nata una nuova esigenza: individuare la regola che sottintende e domina l'evento.

Come è possibile affrontare le complessità dello spazio tridimensionale se non si è studiato e compreso lo spazio bidimensionale? Come è possibile capire cosa sia l'equilibrio, la simmetria, il bilanciamento e quindi il colore, la forma, se prima non sono stati indagati in uno spazio più semplice e sintetico costruito da semplici elementi compositivi?

Come prima di correre il bambino deve imparare a camminare, così gli esercizi in uno spazio bidimensionale limitato solo dai contorni del foglio da disegno, in cui i presupposti teorici della percezione possono essere analizzati e sperimentati, sono una palestra indispensabile per dominare successivamente la complessità dello spazio pluridimensionale dell'architettura.

Voglio ricordare che non molti anni or sono l'Accademia di Belle Arti presiedeva alla formazione dell'architetto, mantenendo vivo un legame che definiva l'architettura insieme con la scultura e la pittura *arti figurative*. L'architetto, quindi, era educato anche a una composizione pittorica e scultorea.

L'istituzione della Facoltà di Architettura, se da una parte ha riconosciuto all'architetto un autonomo ruolo sociale e culturale, con il tempo sempre più si è distaccata da questa non lontana matrice artistica, arroccandosi sulla figura professionale di tecnico capace di gestire le nuove esigenze e complessità della architettura contemporanea. Ma come un vulcano che, pur represso da metri e metri di roccia e terra, alla fine con gran clamore esplose dichia-

rando la sua presenza, esempi di vera e propria *arte* nel panorama architettonico moderno ci sono, non so se per merito della scuola o per meriti puramente personali.

Le parole spese da molti dimostrano che i tempi per affrontare una disciplina del disegno che si possa fregiare dell'aggettivo *artistico* sono maturi; ora a noi docenti spetta il compito di affrontare con metodo e con modestia tutte le problematiche che da questo intento derivano. Gli studenti di architettura sono da sempre interessati al tema dell'arte e delle sue applicazioni.

Forse ripercorrendo la strada che più ci appartiene e riproponendo quelle che sono le regole di una comunicazione artistica possiamo contribuire alla formazione di personalità che saranno in grado di affermare la propria autonomia artistica, forti di un patrimonio culturale ritrovato e consolidato.

## **Corpo e mente: scenari tradizionali e digitali nella ricerca architettonica**

### **Luigi Prestinenzza Puglisi**

Comincio subito dicendo quali sono le mie tesi. Alle domande *virtuale o reale? spirito o corpo?* io desidererei rispondere: basta con scelte del tipo *o/o*, datemeli tutte e due per favore. Vi confesso che in questo periodo sono stanco, stufo e forse disperato, della contrapposizione che viene fatta da tanti autori, alcuni molto intelligenti, altri così così, altri meno, tra virtuale e reale come se ci fosse una effettiva distinzione tra questi due mondi; il succo del mio intervento è farvi vedere che per star dietro a questo falso problema ci stiamo dimenticando di guardare la realtà di tutti i giorni dove virtuale e reale coesistono in forme nuove, inaspettate, inusuali e in modi particolarmente interessanti.

Partiamo adesso dalla prima osservazione, che è di natura personale-filosofica. Mi sono formato nell'adorazione di un libro: *La struttura delle rivoluzioni scientifiche* di Thomas Kuhn, il quale sosteneva che nella storia del pensiero le rivoluzioni intellettuali sono sempre state veicolate da un cambiamento di paradigmi concettuali (KUHN). Mai da semplici osservazioni empiriche. Le grandi scoperte scientifiche, secondo Kuhn, infatti, impongono sempre una sorta di rifondazione intellettuale. Le tesi di Kuhn hanno avuto

un immenso successo e non solo su un lettore sprovvisto come me. L'idea che si pensi per paradigmi la si ritrova in quasi tutta l'epistemologia degli anni sessanta e settanta. Anche filosofi che hanno ampiamente criticato Kuhn, come Popper, il primo Feyerebend, Lakatos hanno di fatto accettato questa visione del paradigma, del "salto del cavallo" direbbe Sklowsky, per andare un pochino prima nel tempo. In sintesi e a costo di ripetersi: il pensiero opera con un salto, con una rivoluzione, in una sorta di platonismo, secondo la quale i sensi vedono solo ciò che vuole vedere il cervello. Con conseguente svalutazione del ruolo degli strumenti, delle tecniche, dei modi concreti per vedere la realtà.

Recentemente ho letto due libri che mi hanno colpito e mi stanno facendo cambiare opinione. Uno mi ha fatto arrabbiare moltissimo, però su questo punto era convincente: era un testo di Holton (HOLTON), un filosofo della scienza. L'altro è di un autore che io amo, anche perché scrive magnificamente, Freeman Dyson (DYSON). Entrambi sostenevano che uno dei motivi che spinge di più le rivoluzioni del pensiero in questo periodo, non sono tanto i cambiamenti paradigmatici quanto le diverse tecniche che vengono usate nella concreta sperimentazione degli eventi. E che dietro il platonismo metodologico di Kuhn si nasconde: dare troppo peso al cervello e poco alla concreta realtà delle protesi del cervello, cioè delle tecniche e delle macchine, a volte molto complesse, attraverso le quali gli scienziati leggono la realtà.

Questa è la prima osservazione che tra un po' cercheremo di mettere a punto.

La seconda è una riflessione che io da lungo tempo faccio ripensando al magistero di un mio maestro spirituale, che è Giulio Carlo Argan (maestro spirituale perché leggevo con avidità i suoi libri quando stavo al liceo e poi, quando frequentavo Architettura, ogni tanto andavo a Lettere a sentire le sue lezioni). Argan, se vi ricordate, a proposito della prospettiva, e cito la prospettiva perché secondo me stiamo vivendo in un periodo di rivoluzione tecnologica e di un modo di vedere le cose che ha molto a che fare con la rivoluzione prospettica, diceva "attraverso la prospettiva l'uomo percepisce così come concepisce la mente"; e mostrava due linee di ricerca che sono quelle che lui chiamava *dello spazio empirico* e *dello spazio teorico*. Banalizzando: nel Quattrocento da un lato ci sono autori che utilizzano la prospettiva da un punto di vista in-

tellettuale, penso a Paolo Uccello e a Piero della Francesca, dall'altro ci sono autori che utilizzano la prospettiva da un punto di vista empirico, quale Lippi. Bene, io credo che noi oggi, privilegiando troppo il virtuale, lo stiamo guardando con gli occhi di Paolo Uccello o di Piero della Francesca, cioè con gli occhi di una teorizzazione troppo astratta, anche se affascinante, dimenticandoci che la prospettiva ci ha dato nello stesso tempo personaggi del calibro di un Leonardo, di un Michelangelo, che guardavano invece con più intelligenza e concretezza lo spazio empirico, lo spazio esistenziale, e lo guardavano all'interno di un modo di vedere, di un paradigma che era proprio quello geometrico proiettivo, messo a punto da Brunelleschi.

Proviamo adesso a sostituire al termine *spazio empirico* il termine *spazio reale* e al termine *spazio teorico* quello di *spazio virtuale*. Così facendo, credo che vi stiate accorgendo che sto ritornando alla mia prima osservazione: il virtuale non è altro che un sistema al quale noi non dobbiamo contrapporre, ma dobbiamo integrare il reale. Esattamente come fecero Leonardo e Michelangelo. Vediamo come. Ma prima guardiamo qualche altro esempio più contemporaneo.

Gordon Matta Clark nella sua opera confonde artatamente spazio teorico e spazio empirico. In *Conical Intersect* o nelle sue case aperte in due, qual è lo spazio empirico? Quale è lo spazio teorico? Se ci troviamo in una stanza non possiamo sapere cosa sta succedendo fuori. Lo possiamo solo immaginare. In genere quando siamo in qualunque ambiente, abbiamo una percezione dello spazio che dipende dai nostri sensi. Tuttavia, nello stesso tempo, riusciamo a immaginare anche ciò che non vediamo, possiamo pensare che dietro un muro si svolga qualche cosa, possiamo in altre parole percorrere lo spazio con l'occhio della mente. Non so se avete letto quel bellissimo libro di Perec che è *La vita: istruzioni per l'uso* nel quale viene descritta la vita di un caseggiato, e le storie contemporanee delle diverse famiglie, come se fosse vista da un occhio che attraversa le pareti. È un'esperienza che forse avrete provato a casa vostra ... se avete pensato che sopra di voi vive un'altra famiglia che in quel momento magari sta litigando, oppure che al piano di sotto c'è un ragazzino che sta giocando. Con l'occhio della mente voi potete ripercorrere il vostro palazzo e, in qualche modo, immaginarvelo, esattamente come fa Perec nel suo

magnifico libro. E allora forse vi sarete accorti che lo spazio reale, lo spazio empirico è sempre una limitazione, in contrapposizione o, meglio, in contrappunto allo spazio ideale che voi afferrate con il cervello, con l'immaginazione. Scavando la parete con dei buchi, Gordon Matta Clark riesce a lavorare sull'ambiguità dei due tipi di spazio, riesce cioè a far vedere quello che normalmente non si vede.

Arakawa, un altro artista, giapponese, lavora su problematiche simili. Rende inconsueti gli spazi ai quali noi siamo abituati, crea operazioni di straniamento, in modo da far collassare quelli che voi considerate normalmente due elementi coincidenti ma in realtà distinti se non opposti: visione teorica e visione empirica. Cerco di spiegarmi con un altro esempio: quando voi camminate, cosa fate? Attivate la vostra percezione normale della realtà, una percezione empirica, cioè le informazioni vi arrivano attraverso i sensi. Quando andate in macchina cosa succede? In macchina c'è un finestrino, un parabrezza e dei comandi. Cosa state utilizzando: una percezione teorica o una percezione empirica dello spazio? Io direi, un po' empirica perché guardate la realtà attraverso i vostri sensi e un po' teorica perché i tachimetri, gli strumenti di misurazione della velocità vi danno delle informazioni che vi sono utili, anzi preziose, per poter svolgere il vostro compito. Adesso andate nella cabina di pilotaggio di un aereo. Il vetro diventa sempre più piccolo e aumenta a dismisura la quantità di attrezzature che vi danno informazioni teoriche sul volo. Siete in uno spazio teorico o in uno spazio empirico? Ipotizzate adesso che non ci siano buone condizioni di visibilità. Cosa adoperate per atterrare, la vostra percezione dello spazio empirico o gli strumenti che vi permettono di padroneggiare lo spazio teorico? Sicuramente questi ultimi. Ecco, in questo caso: le informazioni teoriche sullo spazio sono diventate predominanti rispetto alle vostre osservazioni empiriche. Siete come all'interno di un videogioco. Riassumiamo: ci sono due occhi diversi, un io empirico e un io teorico e normalmente la rappresentazione li mette in gioco entrambi ma in maniera diversa a seconda delle circostanze.

Schematizziamo: c'è l'occhio che guarda, c'è un oggetto che viene guardato e c'è un quadro sul quale viene proiettata l'immagine di quell'oggetto. Fateci caso questo schema è lo schema tradizionale della prospettiva del Dürer. Chissà quante volte l'avrete vista,

da un lato c'è il pittore, da uno la modella e da un altro il quadro. Quante persone ci sono? Quanti occhi ci sono a guardare questo quadro? Forse siete tentati di dire uno, quello del pittore che ha di fronte la modella. Io dico, invece, che sono due: da un lato c'è il vostro occhio che guarda con l'occhio del pittore, e dall'altro lato c'è un occhio vostro che sta fuori e guarda tutta la scena; cioè, nel momento in cui guardate questa prospettiva, avviene uno sdoppiamento della vostra vista. Siete convinti che ci sono due occhi che guardano adesso? Spero di sì.

Andiamo avanti e consideriamo un'opera d'arte di Duchamp (figg. 8, 9), inaugurata solo nel 1969, dopo la morte dell'autore, che si trova nel Museo di Philadelphia: qui è installato un portone con due fori attraverso i quali si vede ciò che c'è al di là, ovvero il corpo di una donna caduta, probabilmente morta, che regge una fiaccola. *Étant donnés*, questo il nome dell'opera, ha molti significati, forse uno di questi è che rappresenta la realizzazione tridimensionale del progetto quadridimensionale che era *il grande vetro* degli inizi del Novecento, ma noi in questa occasione la vogliamo osservare solamente dal punto di vista dello sguardo, come uno strumento che mette a punto una particolare tecnica della visione. E allora guardiamo come funziona lo schema: da un lato c'è l'osservatore che guarda, dall'altro un quadro, dall'altro una modella. Ora, fate caso a come questo schema corrisponda esattamente a quello del Dürer, ma con una differenza, che consiste nel fatto che l'osservatore, che prima stava fuori dal quadro, adesso deve entrare all'interno dell'opera. In altre parole abbiamo una sorta di confusione, di ambiguità, tra realtà e virtualità. *Étant donnés* è, credo, uno dei primi esempi che ci mostra chiaramente come stia mutando il modo di concepire la visione delle cose, e come si sia progressivamente complicato, portando a una serie di conseguenze interessanti.

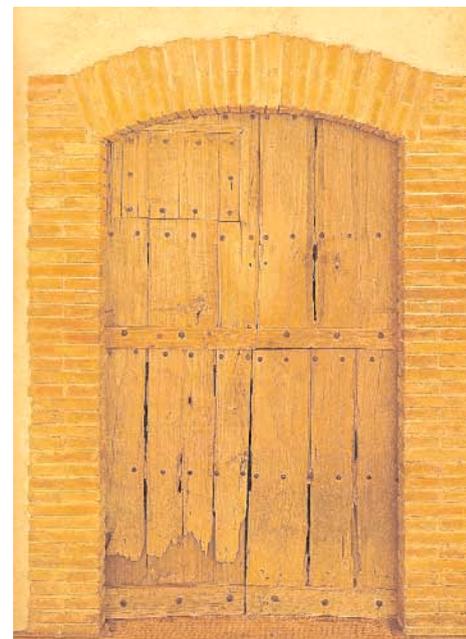
Adesso, se mettiamo all'interno della scena una cinepresa, finirà che io non guardo più la realtà con l'occhio empirico, ma la guardo attraverso l'occhio meccanico della cinepresa. Passiamo cioè da uno schema tradizionale di tipo prospettico, che è quello del quadro, a un modo di vedere la realtà che è tipico dei nostri giorni: noi non guardiamo più la realtà direttamente, ma attraverso degli strumenti, attraverso delle macchine, attraverso mezzi a noi estranei, nel senso che sono altra cosa rispetto al nostro corpo.

Ora, la domanda che io mi pongo è: di fronte a questo mutamento, la nostra esperienza della realtà rimane la stessa o cambia? E se cambia, in che modo cambia? Cosa succede quando guardiamo la realtà attraverso un altro occhio? Prescindiamo dal fatto che quando guardo la realtà attraverso un altro occhio, ed è il caso della televisione, c'è tutta una zona che sfugge al mio controllo che è manipolabile e diamo per scontato che la manipolazione avvenga semplicemente in positivo. Ad esempio che il resoconto sia obiettivo per motivi medici e non manipolato per motivi politici. È ciò che accade quando guardate una TAC. Il corpo umano, in questo caso, è visto con il vostro occhio o con l'occhio della macchina? Bella domanda ... eppure, se ci riflettete, il 90 per cento delle esperienze di contatto con la realtà oggi sono di questo tipo. Mediate, astratte. Insomma, per adoperare l'espressione di Argan: teoriche.

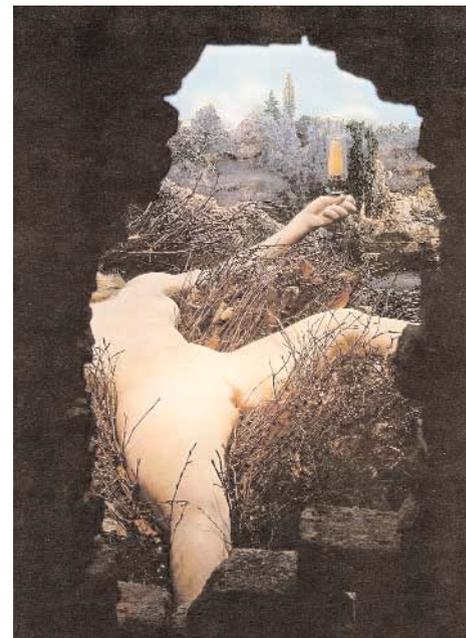
Facciamo un altro ragionamento; cosa succede nel momento in cui io la telecamera, invece di indirizzarla verso altri oggetti, faccio in modo che guardi me stesso?

L'esperienza è stata teorizzata da Paul Virilio che la classifica con un nome particolare, *stereofonia della realtà*, e la sintetizza con un'immagine abbastanza forte: fate finta di essere dei piloti di un aereo, – dice, – e di guardare le immagini del vostro aereo riprese da una telecamera posta a terra, se l'aereo precipita voi vi troverete a osservare in diretta la vostra morte. Con questa immagine Virilio cerca di dimostrare come un cambiamento d'occhio, una diversa dislocazione dell'occhio, da naturale a meccanico, generi un cambiamento del concetto della realtà, non nel senso che cambia la realtà ma che la si percepisce, la si vive in maniera diversa. Diller e Scofidio, due architetti americani, stanno lavorando con molta intelligenza nell'ambito dei nuovi media: hanno organizzato un locale a New York, a dire il vero molto alla moda, nel quale si è nello stesso tempo osservatori e osservati, in cui il gioco degli sguardi si moltiplica quasi all'infinito, e lo spazio reale e lo spazio ideale si confondono.

Vorrei concludere analizzando cosa succede quando le telecamere sono molteplici. Anche in questo caso ricorriamo a un esempio che sicuramente è noto: le gare automobilistiche. Quando si assiste a una gara nell'autodromo si sta in un posto e da quel posto si vedono ogni tanto passare le macchine. Che noia! Cosa ha fatto la



8. Marcel Duchamp,  
*Étant donnés*, 1966  
(Philadelphia, Museum  
of Art). Interno.



9. Marcel Duchamp,  
*Étant donnés*, 1966  
(Philadelphia, Museum  
of Art). Esterno.

televisione per rendere l'evento un pochino più eccitante? Ha collocato telecamere lungo tutto il circuito dando vita a un'operazione di dislocazione dello sguardo, per cui noi nello stesso momento possiamo guardare la gara da otto, dieci punti di vista. In più ha posto una telecamera nel casco del pilota in modo da farci vedere la gara con gli occhi dello stesso pilota. Per finire può esserci una telecamera che inquadra una piantina nella quale, in tempo reale, sono segnate le posizioni dei piloti, in modo da darci una visione sinottica della gara. Esaminiamo adesso le due caratteristiche di un tale tipo di rappresentazione: uno, avviene attraverso un occhio dislocato, cioè un occhio prevalentemente teorico; due, mette insieme molteplici punti di vista.

A questo punto vi faccio una domanda: uno spazio di questo tipo, è ancora uno spazio prospettico o corrisponde a un'altra modalità visiva? La risposta non è semplice. Io credo che questo tipo di visione sia tipico della visione cubista. Ovviamente la mia affermazione è da prendere *cum grano salis*. Anche perché i cubisti facevano i loro esperimenti agli inizi del Novecento quando tutte le odierne tecnologie non erano neppure immaginabili. Ma, come è noto, a volte gli artisti hanno dei lampi di genio o delle prefigurazioni o almeno così vogliamo credere.

È facile convenire che l'esperienza di essere contemporaneamente in un luogo e in molti luoghi sia tipica della nostra contemporaneità. E non è una condizione transeunte, episodica o aberrata, come vorrebbero farci credere conservatori e reazionari, bensì una condizione che credo sia diventata definitiva e mi sembra grave che, come architetti, non abbiamo cominciato a lavorarci un po' su. D'altronde le esperienze fatte da artisti o da architetti d'avanguardia sul tema della delocalizzazione non fanno altro che accentuare molto l'importanza di una nuova condizione. Ma, ripeto, io vorrei emergesse dal mio discorso che si tratta di modi di vivere e percepire la realtà che utilizziamo comunemente, nell'esperienza di tutti i giorni.

Oramai mi sembra, che si siano messe in crisi due modalità tipiche della visione, che sono la visione dal punto di vista fisso e la visione dal punto di vista mobile. Qual è la modalità del punto di vista fisso? Se voi state dentro al Pantheon, qual è il vostro punto di osservazione privilegiato? È la posizione centrale. L'opera classica ha quasi sempre un punto di vista privilegiato attraverso il

quale la si percepisce. Qual è la modalità del punto di vista mobile? Ricordo che quando studiavo ci avranno ripetuto mille volte, spiegandoci il Bauhaus, che questo tipo di architettura, rispetto alle altre, per essere percepita nella sua geometria articolata richiede il movimento dell'osservatore che, girando attorno all'edificio riesce finalmente a rappresentarselo. Il tipo di visione odierna, quella nella quale invece viviamo, è una visione che vuole non il movimento ma la compresenza. Dicevo prima dello spazio dei cubisti, ma potrei parlare anche delle esperienze artistiche a partire dagli anni sessanta, penso, ad esempio, all'*Una e tre sedie* di Kosuth, dove lo stesso oggetto veniva presentato nella sua realtà, in foto e attraverso una definizione del dizionario.

Vi è, infine, la problematica dell'interazione a distanza. L'interazione può avvenire sia in un senso, intervenendo presso l'oggetto, sia nell'altro intervenendo verso il soggetto. Ma l'interazione cambia lo statuto ontologico degli oggetti.

Cerco di spiegarmi meglio: qual era prima la differenza che esisteva tra animato e inanimato? L'animato, quando gli applico un'azione, tende a reagire: se do un calcio a un cane mi risponde con un morso, se è grosso, o fuggendo, se è piccolo, cioè si mette con me in una relazione di un qualche tipo. L'oggetto inanimato invece non ha una reazione: se provo a dare un pugno a un muro, il muro non piange, non guaisce, non si lamenta, risponde con la sua sordità.

Oggi, non è più così. È sotto gli occhi di tutti che gli oggetti cominciano a diventare animati, cioè in grado di dare *feedback*, risposte.

Conseguenza: comincia a cambiare anche la geografia dei comportamenti, il modo di rapportarsi rispetto alle cose. Siete andati all'ultima Biennale dove c'era il tavolo che si avvicinava a secondo del suo grado di attrazione per le persone? Era una bella presa in giro di un artista il quale aveva messo in una stanza un tavolo che si muoveva e aveva scritto che il tavolo si avvicinava alle persone verso le quali sentiva un certo *feeling*. Con la conseguenza che tutte le persone si ponevano nei confronti del tavolo un po' come ci si pone quando c'è un cagnolino o un bambino, cioè si spera di captarne l'attenzione; nel nostro caso speravano che il tavolo si avvicinasse. L'esperienza serviva a far capire in che modo cambia il nostro modo di porci rispetto agli oggetti nel momento in

cui questi sono capaci di interagire con noi. Vi sono esperienze fatte da altri artisti nelle quali si tenta una interazione a distanza. Ad esempio in una stanza c'è un canarino e in un'altra stanza c'è una pianta, i due oggetti sono legati tra di loro attraverso sensori, quando il canarino canta in una stanza vengono filtrati una serie di messaggi che vanno alla pianta, la pianta li riceve come stimoli e risponde in un certo modo attivando un'interazione a distanza tra pianta e canarino. L'esperienza può sembrare artatamente complicata e cervelotica. Ma a guardare bene mette in crisi uno dei capisaldi della nostra cultura, che è il pensare all'interazione solo tra oggetti vicini e tra soggetti razionali. Pensate alle possibili conseguenze di un approccio del genere. E a come ragionamenti del genere, nelle mani di un buon architetto, possano produrre risultati in grado di cambiare il modo di vedere e concepire lo spazio.

## Matematica di una pennellata. Disegno e dintorni

### Massimiliano Ciammaichella

Arte e Architettura ..., contemporanee?

Prendiamo la rincorsa perché l'una sembra voler entrare nel campo di esistenza dell'altra! Due aspetti della realtà sempre più spesso affiancati, tanto da sembrare un accostamento utile, alla moda, o un binomio inscindibile del tempo presente.

Le questioni legate alla comunicazione di queste due forme espressive si fondono in una commistione così comune che parlare ancora appare quasi banale. E forse lo è, specie se si resta radicati alla *superficie* dell'una o dell'altra ... Ma scavando un po', la sostanza assume un sapore nuovo. Ci si rende facilmente conto che buona parte dell'arte contemporanea è senza spessore, una superficie concettuale che si libera dei freni inibitori e si spoglia delle valenze profonde che le consentivano di comunicare emozioni che scavalcassero il mero istante della puntuale scoperta della novità: superficiale, modaiola, falsamente scandalosa, in continua ricerca di stupori ...

Allora trasgrediamo pure: forse non tutto è da buttare, ma l'onda, il *trend*, la novità (perdonatemi volevo dire il *Must*), vuole la sperimentazione del tutto; qualunque tecnica, qualunque possibilità, ogni ambito, ogni luogo ... tutto può essere arte o contenitore per

l'arte. Peccato che un secolo fa, o poco meno, Marcel Duchamp era arrivato alla stessa conclusione.

Con la perdita di spessore si assottiglia anche il supporto dell'opera d'arte, tanto da divenire un sottile telo su cui proiettare sequenze filmate o computerizzate, la cui lunghezza e contorsione mentale dovrebbe supplire alla perdita di corporeità e di senso dell'atto artistico: le *Telenovelas* mostrate all'ultima Biennale dell'arte, a Venezia, lo dimostrano.

Il corpo è arte, la *Body-Art* ce lo insegna, possiamo considerare la carne come inedito materiale da scolpire chirurgicamente, Orlan è la portavoce di questo sentire. L'artista francese si è fatta trapiantare ai lati della fronte due cuscinetti di silicone, due "corni", la degna ricompensa della dimensione artistica alle sue *performance*.

L'architettura contemporanea, quella che si lascia distorcere dai processi deformativi del computer, dai software di modellazione solida: il *Blob*, il Decostruttivismo digitale, fagocitano e rieditano esperienze e tecniche del passato, ma con una luce tutta nuova. Il progetto odierno si veste d'arte, ne incarna il valore simbolico, poi lo sfilata e indossa una nuova pelle, un nuovo vestito. Anch'essa lavora sulla pelle, applica alle superfici il *piercing*, il *branding*, il *cutting* ..., concepisce l'oggetto come un corpo in movimento, ma si tratta pur sempre di embrioni virtuali sottoposti al raziocinio strutturale e funzionale.

È effimera? Forse idealmente, perché la contemporaneità implica tempi vitali ridotti per l'edificato; e dimentichiamoci il progetto-*monumento*; meglio sfruttare appieno l'effetto, e lasciarsi trasportare dall'effimero, piuttosto che intervenire sul territorio posizionando dall'alto i soliti, arbitrari, pesantissimi "cubi".

La leggerezza è una costante da reiterare, per un'architettura che si edifica con materiali sempre nuovi, che colpisce non tanto per un elogio del formalismo, quanto paradossalmente per il suo rapporto al contesto.

Le saette, le schegge impazzite, percorrono i luoghi alla ricerca di relazioni.

L'architettura opera con strumenti vecchi e nuovi, si appropria di tutto ciò che le può essere utile, senza pregiudizi saccheggia attrezzi e stimoli ovunque.

È sempre stato così, data la natura stessa del fare rivolto all'uso, e quindi pratico e spudoratamente critico nell'attingere.

Lo strumento è importante nei limiti in cui permette di esprimere al meglio il proprio modello.

Più volte si assiste a stupidi dibattiti per la supremazia del disegno tradizionale rispetto al computer, e viceversa.

Sono solo strumenti! È vero che influiscono sul fare e permettono una revisione dei propri modelli di riferimento progettuale, e che forse senza l'ausilio della modellazione informatica molta dell'architettura odierna non avrebbe avuto modo di essere, pur tuttavia è assolutamente impensabile negare al "Computer" valenze artistiche, in nome di una soggettività bandita dal gesto uniformato, seriale.

Il mouse, ma anche gli altri strumenti *haptic*, si pongono come alternative alla matita, ai pennelli, alle sgorbie, agli scalpelli ..., per ridipingere il reale-virtuale. Sono pròtesi per comunicare il progetto da parte di un uomo, contemporaneo, che, delle pròtesi fa uso giornaliero ...

Ancora una volta, dopo lunghi silenzi, l'architettura parla, e a volte diviene una pura espressione artistica, proprio nel momento in cui la meccanizzazione sembrerebbe infliggere la definitiva condanna alla spersonalizzazione della progettazione.

Progettare con un computer come atto personale ed artistico? Non è un paradosso, si può fare, si fa. *lo ci provo ...*

È possibile ripercorrere l'intero *iter* di un progetto, a partire dallo schizzo, fino ad arrivare al prototipo, servendosi delle pròtesi digitali, ma anche della matita, cercando di raggiungere la completa mimesi.

Il primo modello (fig. 10) mostra la copertina della rivista "Domus" (n. 800, 1998), disegnata da Lebbeus Woods con tecniche tradizionali.

All'architetto era stata chiesta un'immagine che riflettesse sul futuro dell'architettura contemporanea. Varie interpretazioni, tutte soggettive, possono essere attribuite all'opera proposta ... Ho assunto il disegno di Woods come una sorta di schizzo planimetrico, un quadro sinottico per un progetto di insediamento urbano, al quale associare una dimensione non solo figurativa.

Si può costruire un modello matematico, tridimensionale, di queste meta-architetture, servendosi di un comune modellatore solido. L'approccio è realmente tridimensionale e permette un totale controllo delle forme rappresentate, ciò grazie alle geometrie NURBS,

che offrono tutto il loro potenziale in corrispondenza di superfici complesse.

La logica delle NURBS calza a pennello i presupposti di un'architettura fondata sul movimento, sulla deformazione, prodotti dall'applicazione di forze continue, quali il *Blob* e il Decostruttivismo promuovono.

La modellazione solida rielabora tali accorgimenti, sostituendo i regoli con degli eterei elastici infinitamente estendibili e deformabili.

Le curve piane, desunte dal modello di Woods, sono considerate come direttrici su cui far scorrere altrettante curve generatrici. La dinamica decostruttivista, che alimenta gli intenti dell'architetto, si libera anche in alzato, con una sequenza di superfici curve "svolazzanti" assunte come ipotetiche coperture di un *Blob* (fig. 11).

Completato il modello si passa alla veste grafica da associare all'architettura, cioè al *rendering*. È stato bandito ogni tentativo di foto-realismo, permettendo alla pittura digitale di esprimersi. Esistono oggi strumenti, come la tavoletta grafica, che consentono di dipingere tridimensionalmente sul modello, con tecniche miste (olio, tempera, grafite ...), molto sensibili alla pressione del tratto, a una gestualità irripetibile ma riproducibile.

I modelli (fig. 12) potrebbero tranquillamente essere interpretati come disegni a matita. Invece sono dei *renderings*!

Altri modelli (fig. 13) ripetono le stesse procedure descritte poc'anzi. Si tratta di rileggere, architettonicamente, un quadro di Zaha Hadid: *The Great Utopia*, esposto al Guggenheim Museum di New York (fig. 14). L'architetto riprende canoni suprematisti nel dipinto di una città ideale, distorta da processi anamorfici. Le altezze ricostruite sul modello 3D sono desunte dalle ombre degli oggetti, e dalla geometria delle forme dipinte.

L'ultimo esempio proposto (fig. 15) rappresenta una meta-architettura ispirata all'opera di Daniel Libeskind, attraverso uno schizzo preparatorio, da me realizzato su tavoletta grafica.

L'idea di spazialità architettonica è trattata in termini kandinskyani:

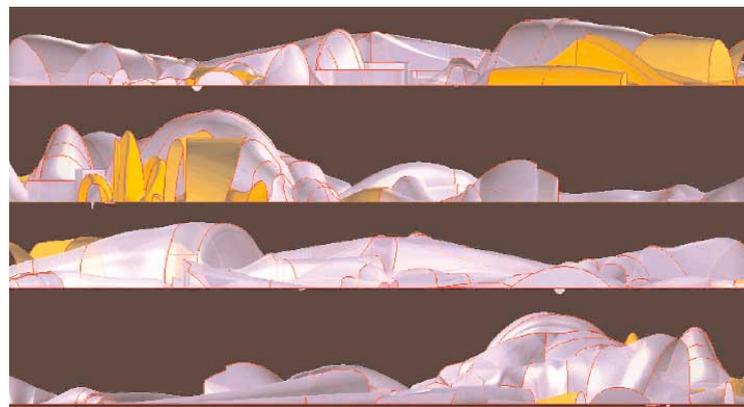
- al punto è associata la colonna;
- la linea è un taglio, un'estrusione, una parete;
- la superficie è una copertura ...

L'architettura contemporanea può così configurarsi come forma d'arte totale che ingloba in sé la pittura, la scultura, ..., la pròtesi.

10. Lebbeus Woods,  
copertina della rivista  
"Domus" n. 800, 1998.  
Disegno eseguito  
con tecniche tradizionali.



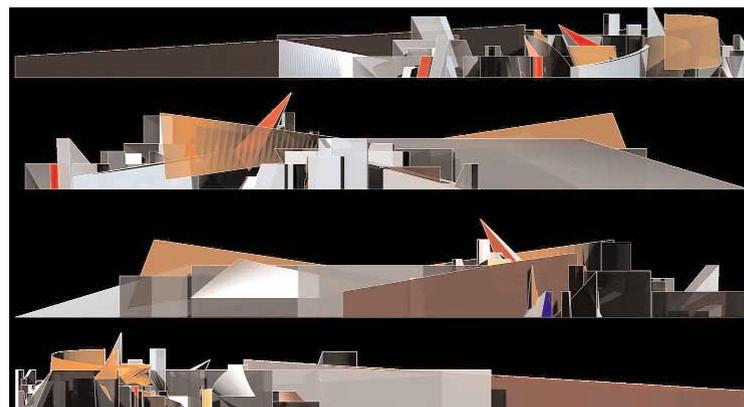
11. Modello  
tridimensionale del  
disegno di Woods,  
prospetti.



12. Rendering del  
modello tridimensionale  
del disegno di Woods.  
Vista prospettica.



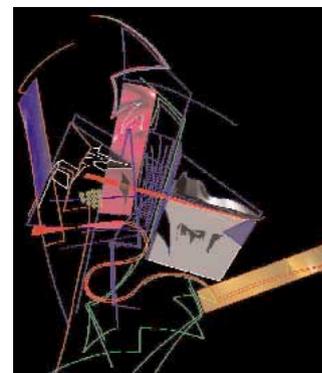
13. Rendering del  
modello tridimensionale  
del quadro di Zaha  
Hadid, *The Great Utopia*.  
Prospetti.



14. Zaha Hadid, *The  
Great Utopia*, New York  
Guggenheim Museum.



15. Modello 3D di uno  
schizzo, realizzato con  
tavoleta grafica, ispirato  
all'opera di Daniel  
Libeskind.



## “Piramidi” o il disegno come trasformazione del visibile

Gabriele Pierluisi

*Il meglio di un disegno sono gli stati intermedi: quel vedere apparire ciò che resta per un altro lavoro.* Enric Miralles

La tesi fondamentale di questo scritto è che il disegno dell'architettura sia da intendersi come l'operazione manuale e intellettuale che permette lo svilupparsi dell'invenzione e della creatività architettonica nel passaggio da una forma a un'altra. In definitiva è l'interpretazione del disegno come il “luogo” nel quale si determina la forma di uno spazio o di un oggetto; il disegno come sostanza strutturante del processo progettuale.

Innanzitutto alcune cose probabilmente ovvie.

Il disegno dello spazio, la progettazione di questo attraverso il disegno, deriva sostanzialmente da un'operazione di interpretazione. Interpretazione di un luogo, di una stratificazione di memorie figurative che il luogo possiede, di un ambito concettuale e fisico che una determinata realtà presenta. Per il progetto di architettura sono anche da interpretare i programmi simbolici, sociali, prestazionali che un edificio o un oggetto deve rappresentare, ma anche le forme e le precedenti figure progettuali che un segno architettonico comporta e le problematiche estetiche della disciplina in un preciso momento storico.

*Interpretare* significa comprendere, riformulando in una nuova forma ciò che si è compreso; in sostanza l'interpretazione consiste nel mostrare qualcosa. In ambito figurativo, dove interpretare significa produrre forme e cose, immagini, gesti o forme plastiche, l'interpretazione è strutturalmente correlata alla produzione e alla comunicazione. In questa pratica interpretativa dei dati dello spazio si annida l'atto inventivo. Il processo inventivo ha proprio origine nell'operazione di apprendimento e trascrizione dei dati (interpretazione del mondo) attraverso la produzione di immagini.

L'invenzione nelle arti figurative è un pensiero creativo che si appoggia sulla produzione di forme; solo quando un modello è definito esattamente, tramite una raffigurazione, in una forma (quindi è reso una “cosa lavorabile”, sintesi interpretativa di un problema e, simultaneamente, oggetto esso stesso su cui ragionare), esso permette lo sviluppo dell'invenzione. Se per l'invenzione si ha bi-

sogno, oltre ai fattori che determinano la selezione e il conseguimento delle informazioni essenziali, di uno scarto creativo, di una commutazione della forma che comporta ed esplicita una nuova dimensione, il disegno è definibile esattamente come il *medium* di questo processo.

Il disegno di architettura in relazione all'attività progettuale svolge la funzione di strumento di formalizzazione che, in maniera estremamente esatta, fissa delle forme su cui può procedere l'attività logica del progetto. Per successive precisazioni la forma si avvicina a ciò che vogliamo esprimere e specifica inequivocabilmente l'interpretazione architettonica di un problema. Le formalizzazioni “provvisorie” del problema architettonico costituiscono delle successive piattaforme di appoggio all'immaginazione e alla logica per raggiungere ulteriori livelli di definizione del problema stesso.

All'interno di questo processo fatto dalla costruzione continua di rappresentazioni significanti, alcune immagini (a volte una o più di una per progetto) si pongono come figure guida. Queste hanno la caratteristica di definire in maniera sufficientemente larga, ma pur tuttavia esatta, l'escursione estetica dell'opera architettonica che si sta progettando; si tratta di figure diverse che possono essere di volta in volta piante, sezioni, viste prospettiche, ma anche plastici e modelli informatici. Queste raffigurazioni divengono il tramite per il quale la memoria di un progetto si tramanda, immagini simbolo di certi modi progettuali o di determinati architetti. Si costituiscono come stratificazioni di materiali disponibili per nuove interpretazioni negli archivi iconografici della disciplina.

Il processo progettuale, definito dalla sequenza delle immagini di “appoggio” per la determinazione della forma, entra in stretta relazione con la dimensione comunicativa connessa ai temi del progetto, ovvero con la necessità di comunicare, anche attraverso le successive sintesi che si sono ottenute tramite la formalizzazione di dette sequenze di immagini, l'interpretazione data di volta in volta al tema specifico.

L'epoca del disegno digitale, le mutazioni che questo comporta nelle discipline del progetto, sembra essere guidata da una parola chiave la *inclusività* ... in alternativa alla *esclusione*. L'esclusione è sempre stata fino alle ultime avanguardie la modalità attraverso cui si affermavano valori, idee e tecniche nuove. La “nuova” architettura, con i suoi modi precisi di formalizzazione e una pro-

pria strutturazione del progetto, implica una radicale revisione, se non un azzeramento, del precedente. Le priorità sovvertite, le scale di valori riscritte, definiscono uno stato di rifondazione ontologica che permette la “nuova” creazione.

Tutto ciò sembra, ai più avveduti, non più credibile nell’epoca del digitale. Le stesse tecnologie di produzione, infatti, per la duttilità dei loro mezzi e dei loro linguaggi, sembrano suggerire l’idea di un affiancamento dei modi tradizionali del disegno a quelli più “spregiudicatamente” tecnologici. Del disegno tradizionale e degli altri modi di formalizzazione intorno al progetto restano, nell’epoca digitale, quelli che sono più fortemente legati all’essenza del pensiero progettuale e alla sua strutturazione. Delle tecniche di formalizzazione storicamente determinate rimangono utili, anzi semmai potenziate, quelle scese da artificiosi passaggi di strutturazione, quindi ardui processi costruttivi della forma, questi ultimi facilmente sostituiti dalle efficientissime sintesi digitali. Si evidenziano le modalità di produzione ed espressione più vicine al puro pensiero progettuale. Ad esempio, nel disegno di architettura è stato totalmente sostituito il disegno così detto *tecnico a penna*, mentre resta insostituibile, anzi è enormemente potenziato, il ruolo dello schizzo; così, nella fotografia va scomparendo la fotografia di documentazione su pellicola in favore di quella digitale, ma difficilmente sarà sostituibile la fotografia di ricerca e dunque alcune particolari tecniche di sviluppo e di stampa ad essa connesse. Le nuove tecniche di formalizzazione si affiancano, in definitiva, alle tecniche più importanti tra quelle precedenti, costituendo un sistema inclusivo di mezzi di produzione e di configurazione del processo progettuale.

È inclusivo anche il modo in cui le nuove tecnologie riescono, grazie alla riduzione nel sistema binario delle informazioni, quindi per la loro accresciuta potenzialità di archiviazione e di memoria, a trascrivere le espressioni visive precedenti. Con le nuove tecnologie informatiche è possibile usare programmi di disegno digitale su scansioni d’immagini prodotte con tecniche grafiche tradizionali ed è normale lavorare sulla fotografia per produrre immagini di nuova formulazione. In definitiva si ha una complessiva manipolazione dei materiali che costituiscono l’immagine.

Le nuove tecnologie sembrano prediligere le produzioni a “tecnica mista” e la “trasformazione”, come principio di strutturazione del-

l’immagine. Evidentemente il sistema di produzione porta a un’arte inclusiva che recupera e trascrive tutto il precedente. Questa condizione di *inclusività*, che pervade la nostra modernità, sottende e implica un significativo spostamento di alcuni paradigmi di riferimento nella produzione del progetto. Ci interessa qui sottolineare, in particolare, la presenza esaltata, nelle nuove rappresentazioni, di un dato di spettacolarità, una sorta di potenziamento ed estensione del dato comunicativo. Questa iper-propagazione spettacolare dei concetti è tesa a potenziare la comunicazione extra-disciplinare, in una diffusione del messaggio estetico a una larga fascia di ascolto. Ciò implica una concezione e condizione allargata delle discipline del progetto, che si muovono sempre più sui loro confini disciplinari e sempre più usano saperi provenienti dalle discipline artistiche limitrofe.

Gli oggetti delegati alla comunicazione – foto, immagini, modelli, installazioni, pubblicazioni – divengono così elementi centrali della produzione architettonica, spesso in grado di sostituire o affiancare il risultato finale dell’operazione progettuale, lo spazio costruito. O meglio sembra essere ancora in sperimentazione una diversa estetica architettonica, derivante dalla formalizzazione attraverso le tecnologie digitali, dove il dato di ricerca estetica astratta prevale su quello di applicazione architettonica effettiva e concreta. Si possono individuare ricerche architettoniche contemporanee, in cui la rappresentazione, intesa come elaborazione formale che scaturisce dalla relazione fra tecniche di produzione e forme derivate, ha una dimensione autonoma, trans-architettonica, di pura ricerca estetica.

Questa continua oscillazione, sul limite di campi disciplinari diversi, definisce una dimensione culturale allargata in cui il progetto trova nuove figure chiave che lo rappresentano sinteticamente.

Immagini o *concept* sintetizzano (come in uno *slogan* pubblicitario) le relazioni e il programma che sono alla base del progetto e che ne delineano la forma esatta definita sempre più come figura. L’estetica dell’architettura contemporanea lavora per immagini iconiche forti, capaci di comunicare senza troppe mediazioni. Queste figure derivano da un’interpretazione poetica dei vincoli e delle condizioni programmatiche alla base del progetto e dalla loro trasformazione, in senso figurale. In qualche modo queste icone iper-comunicative definiscono le relazioni fra il programma, inteso



16. Piramide Cestia,  
Roma, 2000.

17. Piramide Cestia,  
Roma, 2000; tempera  
acrilica su stampa su  
carta.



come ambito nel quale l'architettura e il progetto si producono, il luogo fisico e teorico, inteso come ambito concettuale del progetto, e il modello, che si definisce come precedente logico e figure-iconografico del progetto medesimo.

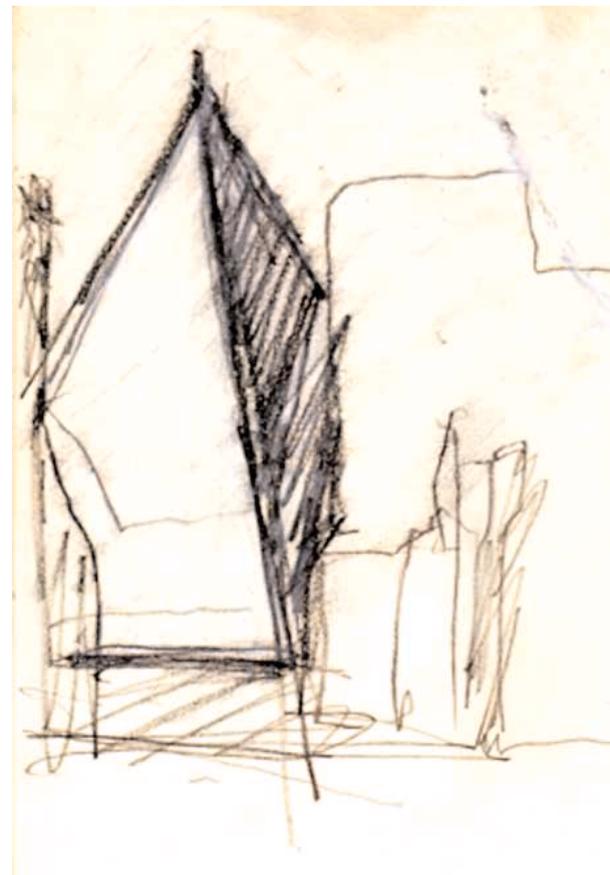
Indubbiamente le trasformazioni legate a un uso sempre più esteso delle tecniche di produzione digitale in relazione alla concezione del progetto architettonico sono ancora difficilmente valutabili; ma tra queste, che più sembrano poter preludere a modificazioni strutturali nella prassi della ricerca progettuale, va indubbiamente annoverato l'uso del modello informatico.

In estrema sintesi si tratta di costruire un oggetto a tre dimensioni, modello del progetto, da cui poter poi trarre un certo numero di rappresentazioni; infatti derivano dal modello le immagini prospettiche e i *renderings*, i filmati, le animazioni, le sezioni e le piante, ma anche i plastici ed eventualmente, per modelli molto sofisticati, i computi estimativi delle quantità dei costi e dei materiali. In realtà, si deve costruire un modello diverso a seconda delle esigenze di rappresentazione e d'uso. Difficilmente, infatti, un modello da cui trarre dei *renderings* può coincidere con quello da cui estrapolare un computo metrico. In definitiva la tecnica di esecuzione è condizionata dal risultato da conseguire e viceversa questo è determinato dall'esecuzione e dalla tecnica scelta per la produzione (nel caso dei modelli digitali è determinante per il risultato, ad esempio, la scelta del software di produzione del modello).

A seguito di queste riflessioni generali sulle condizioni di esistenza del disegno di architettura, in relazione alla sua capacità di interpretare lo spazio, presento qui una serie di vedute, raffigurazioni dal vero e rielaborazioni di un oggetto emblematico della città di Roma: la Piramide Cestia (figg. 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22). I disegni fanno parte di una serie di studi su spazi significativi della città di Roma, che vanno dall'oggetto architettonico fino ai paesaggi urbani periferici. La sequenza di immagini della Piramide Cestia è utile, qui, a definire il ruolo della raffigurazione dal vero e l'importanza che questa ha nella descrizione sintetica di un luogo, nel processo estetico di costruzione della forma architettonica prima descritto. Infatti, il disegno, la raffigurazione dal vero, è in sostanza la lettura di uno spazio tramite la produzione di immagini. Questo disegnare e conoscere è qui interpretato come l'atto primo del processo formativo del disegno di architettura.



18. Piramide Cestia, Roma 2000; matita e pastelli su carta.



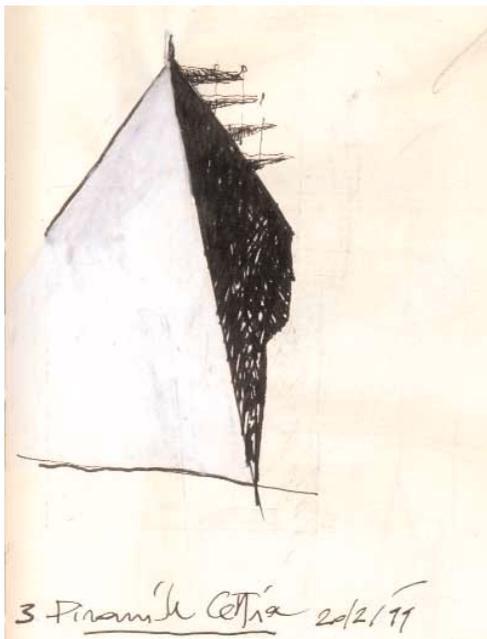
19. Piramide Cestia, Roma 2000; China, tempere e pastelli su stampa su carta.



20. Piramide Cestia, Roma, 2000; acquarello su carta.



21. Piramide Cestia,  
Roma, 2000; dettaglio.



22. Piramide Cestia,  
Roma, 2000; penna e  
tempera acrilica su carta.

Nella relazione diretta fra architetto e spazio, nell'atto di interpretazione dei dati del reale, di cui il disegno è testimonianza, si definisce e formalizza il "paesaggio" (in senso esteso dall'urbano all'oggetto architettonico) come forma visiva della nostra cultura. Il paesaggio come definizione figurativa di un sistema di relazioni. Il paesaggio, infine, come coazione della forma di un luogo e della lettura che di questo luogo si dà.

La sintesi formale operata, la riduzione al puro segno, la definizione di un nuovo oggetto estetico derivato da ciò che vedo (il disegno o l'immagine prodotta), è resa possibile dalla definizione di un sistema di gerarchie, che permette una sostanziale selezione del visto, nel raffigurato. La sintesi del disegno è data da un'accentuazione dei dati interpretativi dell'oggetto disegnato, in funzione comunicativa. L'interpretazione e l'estrapolazione di alcuni concetti strutturali del sistema architettonico rappresentato permettono alle prese dal vero di porsi come le prime sintesi che un architetto dà di uno spazio, sono i primi passi per l'interpretazione progettuale della realtà.

Le immagini prese dal vero si pongono come primo oggetto estetico su cui comporre la ricerca formale intorno a un luogo o a un oggetto; queste immagini sono il primo stadio di un sistema di passaggi operativi e concettuali su cui cresce il progetto di architettura. In tal senso s'intende individuare nell'idea di trasformazione l'identità più profonda del disegno di architettura. L'operazione grafica consiste sostanzialmente nello spostare, forma dopo forma, immagine dopo immagine, l'estetica di un luogo o di un oggetto architettonico (e quindi anche l'idea che ho di quel luogo e quell'oggetto), nella dimensione di una riconfigurazione formale complessiva dello spazio rappresentato; definendo, di quello spazio, una nuova sintesi, ottenuta spostando le forme, viste e disegnate, da una condizione di esistenza a un'altra.

In quest'ipotesi di sviluppo della forma architettonica, attraverso le sue raffigurazioni, la possibilità di usare tecniche miste, dallo schizzo al disegno digitale, permette un modo di produzione molto esteso dell'immagine per il progetto e una varietà aggiuntiva di proficue deviazioni. La tecnica produttiva, niente meglio del disegno è utile a dimostrarlo, è determinante nel condizionare il risultato estetico finale, e quindi anche la parte compositiva della formalizzazione.

## Programma per un corso ideale di Geometria descrittiva nell'Anno duecentodicesimo della Repubblica

**Riccardo Migliari**

Cos'è la Geometria descrittiva? Secondo me è un albero che ha le sue radici nella storia degli antichi e le sue fronde nel terzo millennio. Gaspard Monge non è che un ramo dell'albero. Su questo punto dev'essere fatta chiarezza, altrimenti la discussione potrebbe essere chiusa qui. Intendo dire che se ci limitassimo a considerare la Geometria descrittiva di Monge (cioè le proiezioni ortogonali rigidamente associate, le tracce come elemento identificativo di rette e piani, ecc.), allora dovremmo concludere che non serve più a nulla e che può essere custodita in un museo per la gioia degli storici della scienza. Ma non è così, perché la Geometria descrittiva è sempre stata anche, assonometria, prospettiva, fotogrammetria, teoria delle ombre e del chiaroscuro, studio delle superfici e delle loro proprietà, cioè qualcosa di più ampio e in continua evoluzione. Dunque io credo che questo albero sia oggi più che mai rigoglioso.

Ci chiediamo ora come l'era informatica possa influire su tale sviluppo della nostra scienza. In molti modi, evidentemente, ma uno io credo più importante, perché ha il valore di un concetto unificante. L'informatica permette, infatti, di trasformare l'una nell'altra le innumerevoli forme della rappresentazione tecnica e artistica, cioè le innumerevoli applicazioni della Geometria descrittiva.

Mi spiegherò meglio con qualche esempio.

Oggi è possibile rappresentare una superficie, non importa affatto se con la matita o con il computer, e trasformarla automaticamente in un oggetto fisico cioè un "plastico": vi sono macchine che compiono questo "miracolo". Ma è anche possibile fare il contrario, cioè trasformare un plastico in un disegno tecnico. Si possono anche fare alcune fotografie, che altro non sono che prospettive, e trasformarle automaticamente in un modello informatico; e così via. Insomma, per dirla in breve, il confine che un tempo separava nettamente uno schizzo da una tavola costruita con accuratezza geometrica, una fotografia da una prospettiva chiaroscurata a matita, un disegno da una *maquette*, si è dissolto del tutto. Al punto che si sente fortemente la necessità di nuove convenzioni linguisti-

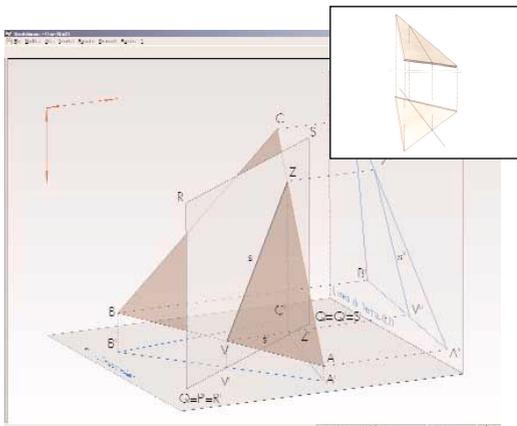
che capaci di unificare e distinguere, al tempo stesso, queste nuove manifestazioni della rappresentazione. Io credo che la parola giusta, sia una parola antica da usare in modo nuovo: la parola *modello*. E credo anche che questi processi di trasformazione, che mutano un modello nell'altro, meritino un poco di attenzione. Essi, infatti, non sono semplici variazioni senza alterazione dei contenuti, ma, al contrario, modificano di volta in volta la ricchezza del modello, il suo potenziale espressivo. Infatti le trasmutazioni dei modelli sono mosse dall'intento progettuale o interpretativo del disegnatore, sia esso ingegnere o architetto, e convergono dunque verso un Modello astratto (con la **M** maiuscola), che possiamo identificare nell'idea progettuale.

Io credo, dunque, che il nostro discorso sull'insegnamento della Geometria descrittiva debba rifarsi a una concezione ampia del disegno per l'architettura: come insieme di tutti quei modelli – grafici, fisici o informatici – che, trasformandosi l'uno nell'altro, convergono verso l'idea progettuale.

Ho detto "io credo", ma mi corre l'obbligo di precisare che questa idea non è maturata nel mio pensiero autonomamente, ma nel confronto con molti colleghi, anche appartenenti ad altre aree disciplinari; un confronto che non si è ancora esaurito e che ha trovato la sua sede naturale nel sito [www.rappresentazione.net](http://www.rappresentazione.net) dedicato, appunto, al disegno come Modello.

Questi i presupposti teorici, ma ogni teoria è più ricca quando si traduce in esempi. Perciò ho pensato ancora all'insegnamento della Geometria descrittiva nell'era informatica e mi sono chiesto come avrei potuto semplificare la nostra teoria. Mi è sembrato che il modo migliore per farlo fosse quello di stendere le linee del Programma di un corso ideale, un corso di Geometria descrittiva, appunto, a duecentododici anni dal tardivo battesimo della nostra scienza, avvenuto nell'anno terzo della Repubblica. Naturalmente si tratta di pura utopia, perché per insegnare tutto ciò che è sotto riportato non basta un anno di studio, ma ne potrebbero bastare cinque, se gli insegnamenti che competono alla nostra area disciplinare fossero distesi nell'intero corso di una laurea specialistica. E infine voglio avvertire che vi sono ancora molte lacune e scusarmi con quanti non vedranno ricordato questo o quell'argomento di primaria importanza.

Il mio programma si articola in sette punti:



23. L'uso simultaneo dei modelli grafici e dei modelli informatici esalta e chiarisce la consistenza tridimensionale dei procedimenti geometrici.

24. Il confronto tra i procedimenti classici del chiaroscuro e il rendering informatico illustra le prestazioni dei diversi algoritmi informatici.



- una prolusione,
- i principi teorici fondamentali che sono comuni a tutti i modelli,
- la teoria e le applicazioni relative ai modelli grafici,
- la teoria e le applicazioni relative ai modelli informatici,
- le tecniche relative alla costruzione dei modelli fisici,
- le tecniche di trasformazione di un modello nell'altro,
- alcune esperienze di laboratorio virtuale.

La *prolusione* al corso si limiterebbe a illustrare l'idea del disegno come Modello (fig. 2), in modo da inquadrare e giustificare gli sviluppi successivi.

I *principi teorici fondamentali* sono quelli che sovrintendono alla costruzione dei modelli e alle operazioni che possono su di essi essere compiute. Si tratta di concetti che appartengono alla geometria proiettiva, come l'operazione di proiezione e sezione e le relazioni proiettive tra le forme piane, ma anche di concetti della geometria solida elementare, come ad esempio, la costruzione di piani e rette perpendicolari, o la costruzione delle rette di massima pendenza. Bisogna annotare qui due questioni di fondo: la prima riguarda il fatto che senza questi concetti non è possibile operare anche nel più evoluto degli ambienti informatici (provate, ad esempio, a costruire la suddetta retta di massima pendenza); la seconda riguarda la sinergia che scaturisce dalle metamorfosi dei modelli (un modello informatico "tridimensionale" chiarisce meglio di ogni altra illustrazione l'omologia piana). Questi concetti sono anche utili per afferrare la vera natura dell'oggetto, che appare al di là della finestra aperta dal computer sullo spazio virtuale del modello, e cioè una base di informazioni (metriche, matematiche, topologiche) che si manifestano in una infinita serie di immagini bidimensionali.

La *teoria e le applicazioni relative ai modelli grafici* sono quelle della Geometria descrittiva tradizionale, purché sia intesa nel suo intero sviluppo storico, come si è detto. A questi principi non è possibile rinunciare, se non altro perché guidano la mano che esegue uno schizzo e perché quello schizzo, con la sua potente capacità di alludere al Modello senza esplicitarlo, rimane ancora il mezzo più veloce che vi sia per rappresentare un'idea. Anche qui, però, conviene sfruttare la sinergia delle trasformazioni, come si vede, ad esempio, nella trattazione in parallelo, grafica e informatica, di problemi classici quali la doppia proiezione ortogonale

(fig. 23) o la prospettiva.

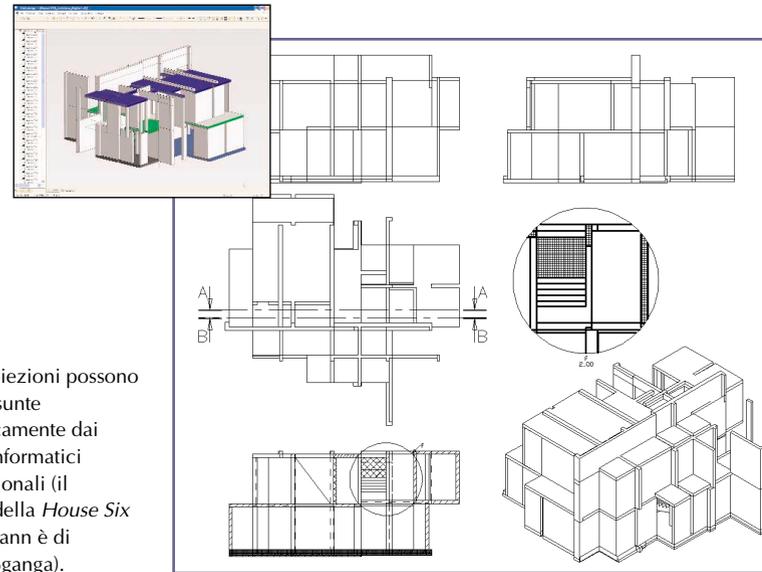
Trattando la prospettiva credo sia bene inserire un paragrafo dedicato ai principi ottico-geometrici della fotografia e della fotogrammetria, anche per chiarire gli sviluppi informatici che seguiranno a tempo debito.

La teoria delle ombre e del chiaroscuro (fig. 24) può essere vista non solo come conoscenza indispensabile a un uso sapiente dell'acquerello, ma anche come strumento per comprendere le prestazioni dei più noti algoritmi di *rendering*; per fare un solo esempio, non si può spiegare a cosa serve il *radiosity* senza accennare alla teoria dei riflessi, né cosa sia un canale specularità, senza accennare alla teoria dei punti brillanti.

Lo studio dei poliedri, molto trascurato negli ultimi tempi, almeno nella scuola romana, torna di attualità perché introduce a uno dei modelli più usati nel mondo informatico: quello basato sulle superfici *mesh*. E, da ultimo, questo capitolo deve comprendere le superfici luogo geometrico in generale e le rigate in particolare, cioè quelle superfici che possono essere controllate con l'uso esclusivo dei mezzi grafici. Tuttavia io non credo che sia necessario rappresentare graficamente queste superfici: penso, al contrario, che la pura e semplice rappresentazione informatica sia il mezzo migliore per uno studio approfondito, che guardi ai concetti, più che alla abilità grafica. Provate, ad esempio, a costruire, nel modello informatico, le parabole direttrici di un paraboloide iperbolico e vedrete con quanta efficacia e semplicità sia possibile affrontare oggi, nell'insegnamento, problemi un tempo inaccessibili per lo studente.

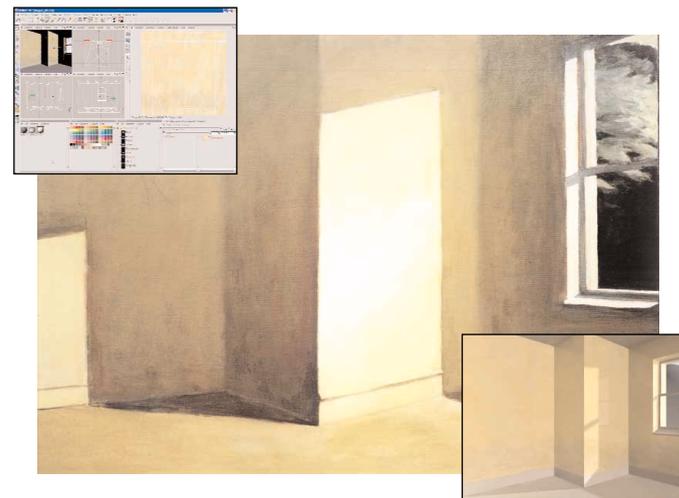
La *teoria e le applicazioni relative ai modelli informatici* comprendono, innanzi tutto, alcune definizioni come quella che distingue i modelli numerici (che descrivono le superfici in modo discreto) dai modelli matematici (che descrivono le superfici in modo continuo). La teoria comprende anche alcuni concetti di base, come la distinzione tra semplice perimetro, faccia piana, superficie e solido, distinzioni che nella Geometria descrittiva tradizionale non sono mai esplicitate, perché lasciate all'intuito.

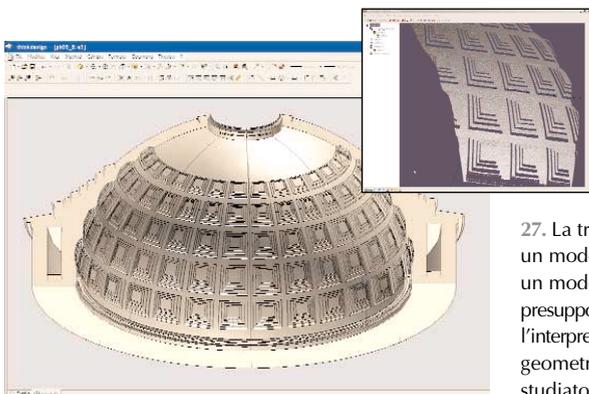
Bisogna poi considerare, come già nei modelli grafici, le proiezioni o "viste" del modello e, tra queste, quelle che appaiono in tempo reale sullo schermo, ma anche quelle grafiche che possono essere generate automaticamente (fig. 25).



25. Le proiezioni possono essere desunte automaticamente dai modelli informatici tridimensionali (il modello della *House Six* di Eisenmann è di Michele Sganga).

26. Il chiaroscuro informatico dovrebbe appropriarsi della profonda espressività della luce sui corpi, come avviene nel mondo dell'arte.

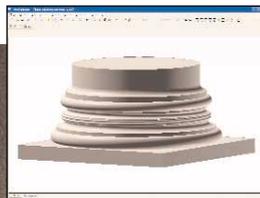
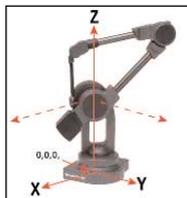




27. La trasformazione di un modello numerico in un modello matematico presuppone l'interpretazione geometrica dell'oggetto studiato (il modello della

cupola del Pantheon è di  
Craziano Mario Valentini).

28. Il modello fisico può essere trasformato in modello informatico anche per mezzo di un digitalizzatore tridimensionale.



La teoria delle ombre e del chiaroscuro diventa qui studio degli effetti e rispettive tecniche di resa informatica, come legge di Lambert e *shading*, teoria dei riflessi e *radiosity* (fig. 26), prospettiva aerea e nebbia volumetrica o generatori di particelle; luci complesse e HDRI, la tecnica messa a punto recentemente presso la University of Southern California.

Ai poliedri fanno qui riscontro le superfici *mesh*.

Alle superfici luogo geometrico corrispondono le superfici NURBS, che appaiono in tutto come una generalizzazione di quelle, i modelli solidi.

Le *tecniche relative alla costruzione dei modelli fisici* comprendono quelle tradizionali (come il gesso) ma anche le tecniche di *rapid prototyping* applicate all'architettura in modo specifico, oltre che al design. Ma su questo punto le nostre università sono molto arretrate rispetto al panorama offerto dagli altri istituti europei e da quelli statunitensi. Per rendersene conto basta una breve ricognizione in Internet.

Quanto alle *tecniche di trasformazione di un modello nell'altro*, bisognerebbe almeno esplorare la trasformazione di un modello numerico in un modello matematico (fig. 27), anche come esempio di lettura di un insieme di dati sperimentali per mezzo di una interpretazione, cioè della forma che meglio interpola quei dati. Ma è significativa anche la trasformazione automatica di fotografie, cioè prospettive, in un modello *mesh*.

Infine un'importanza particolare assume la trasformazione del modello fisico in modello informatico (fig. 28) o grafico.

L'ultimo capitolo è quello delle *esperienze di laboratorio virtuale*, credo infatti che sarebbe molto riduttivo privare un corso di Geometria descrittiva della possibilità di sperimentare i concetti acquisiti. Vorrei concludere dando qualche succinto esempio di queste attività. Il concetto di veduta vincolata può essere chiarito, esplorando le mutazioni di uno spazio illusorio al variare della posizione dell'osservatore (fig. 29).

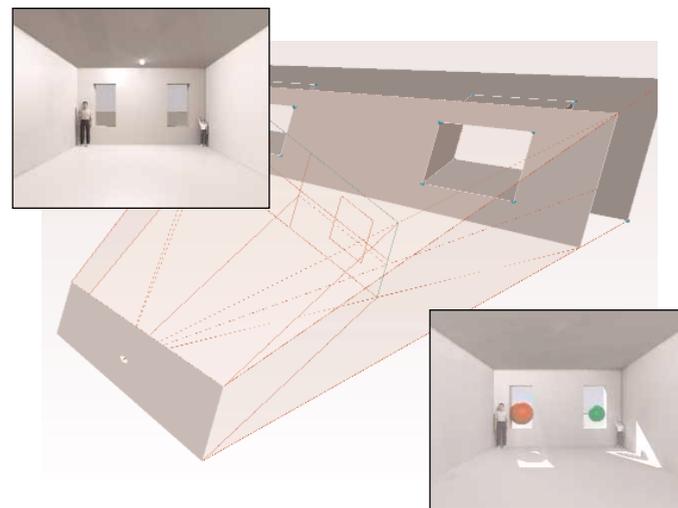
Anche la prospettiva solida può essere sperimentata, ad esempio, nella ricostruzione virtuale della camera di Ames (fig. 30).

L'anamorfofi può essere illustrata sia ricercando la posizione che svela il messaggio nascosto (fig. 31), sia costruendone una forma virtuale (fig. 32), sia ancora osservando e costruendo una anamorfofi cilindrica (fig. 33).



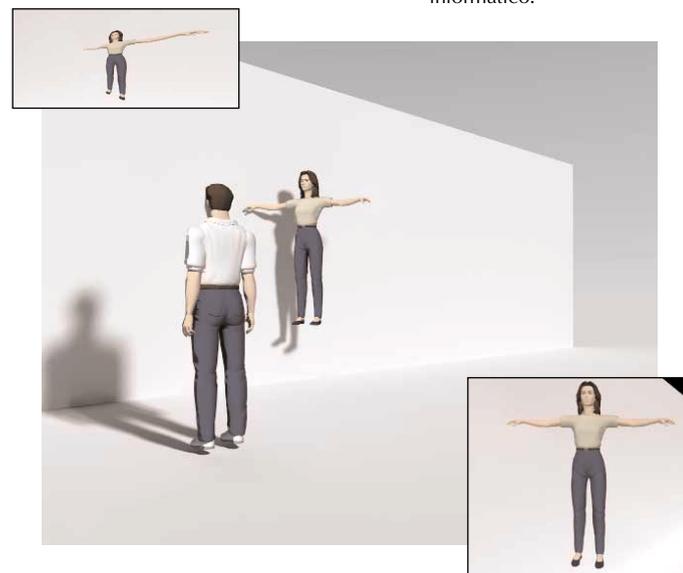
29. Il modello informatico può essere utilizzato come laboratorio virtuale nel quale sperimentare gli effetti di una dislocazione del punto di vista rispetto alla veduta vincolata.

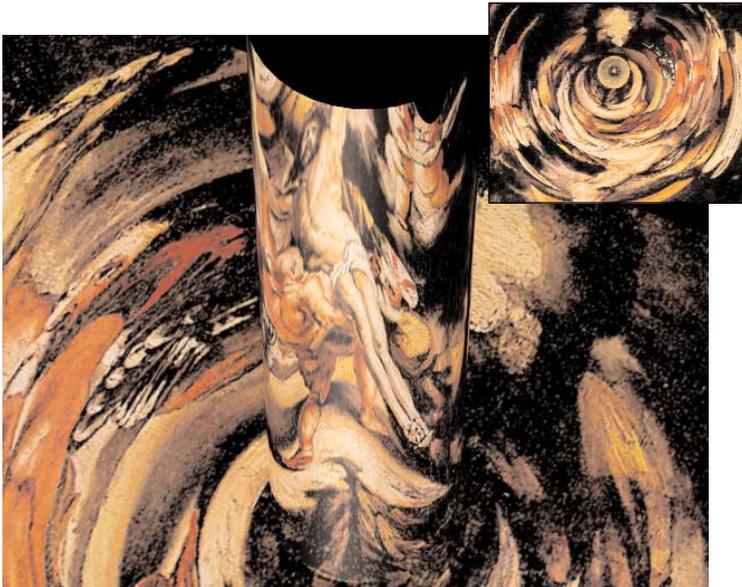
31. La dislocazione del punto vista consente la ricerca dei messaggi nascosti nelle anamorfosi.



30. Nel medesimo laboratorio virtuale è possibile ripetere l'esperimento della camera distorta di Ames.

32. L'anamorfosi si può costruire facilmente in un ambiente di *rendering* informatico.





Le complesse tavole dei trattati di stereotomia possono trasformarsi in modelli solidi dei singoli concetti e dell'insieme (fig. 34).

Le superfici più complesse possono diventare forme che costituiscono altrettante suggestioni progettuali.

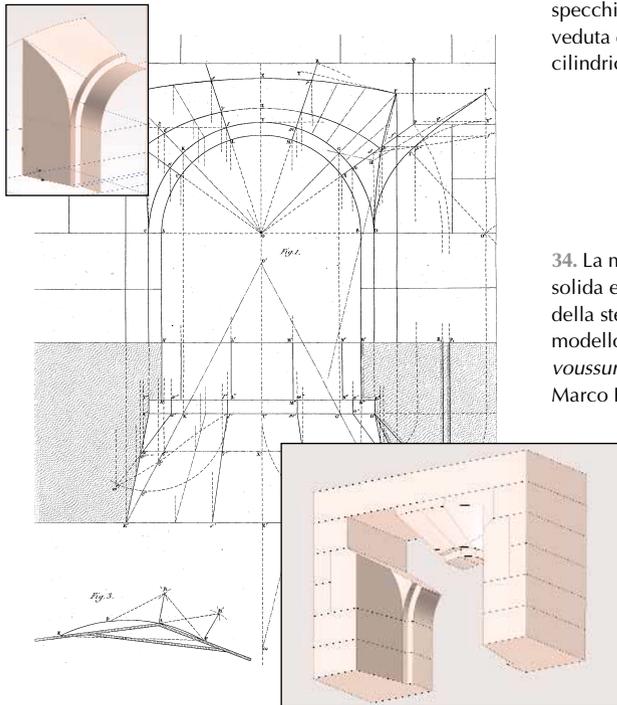
Lo stesso può venire dallo studio degli algoritmi di crescita delle forme naturali.

Il *rendering* può essere usato per studiare la rappresentazione pittorica della luce e da questo studio possono derivare nuove tecniche di resa chiaroscurale informatica diverse dal fotorealismo e forse più suggestive.

Infine il grande capitolo del disegno dell'ordine architettonico, che, ricordiamolo, appartiene per diritto ereditario alle Applicazioni della Geometria descrittiva, può trovare nuovo impulso nella modellazione informatica delle tavole dei trattatisti.

Forse a una prima lettura questo Programma per un corso ideale appare come un insieme eterogeneo di argomenti. Ma si tratta di una illusione ottica, un effetto non voluto, dovuto alla densità delle parole e delle idee che le parole portano con sé. In realtà, non è affatto così. Questo Programma, infatti, vuole mettere in luce le corrispondenze, numerose e illuminanti, tra i metodi di rappresentazione grafica e i metodi di rappresentazione informatica; e al tempo stesso riconduce queste corrispondenze all'idea unificante di modello, illustrando le possibili metamorfosi dei modelli e le forti sinergie che scaturiscono dal loro confronto. È questo, ne sono convinto, il futuro della nostra scienza.

Questo contributo è la trascrizione dell'intervento tenuto in occasione del seminario *L'insegnamento della Geometria descrittiva nell'era dell'informatica*, che si è svolto a Roma, nell'Aula Magna della Facoltà di Architettura "Ludovico Quaroni", nei giorni 23 e 24 maggio 2003.



33. La simulazione degli specchi consente la veduta della anamorfosi cilindriche.

34. La modellazione solida esalta lo studio della stereotomia (il modello della *Arrière voussure* di Leroy è di Marco Fasolo).



Parte Seconda  
Riflessioni

# Modellazione grafica e modellazione informatica: conflitto o sinergia?

**Camillo Trevisan**

Il quesito posto nel titolo tocca un ganglio nevralgico e fa emergere temi importanti che riguardano sia la didattica del disegno – le vie e i metodi più produttivi per raggiungere il risultato di saper “vedere” e rendere visibile l’architettura – sia aspetti più propriamente legati all’ideazione: il saper progettare e controllare l’architettura e, più in generale, il progetto, comprendendo quindi anche il progetto di design. Aspetti concreti e teorici che, intrecciandosi e sovrapponendosi tra loro, rendono necessaria un’analisi attenta, priva di pregiudizi.

Cosa sia la modellazione informatica è di semplice definizione e, ormai, di immediata comprensione: riguarda i metodi e gli strumenti utili per la creazione, il controllo, la modifica, la consultazione e, infine, la rappresentazione e l’esplorazione del modello digitale tridimensionale. Il modello stesso è costituito da un insieme di “entità” tridimensionali, ciascuna dotata di caratteristiche geometriche e descrittive: così, ad esempio, un cilindro circolare retto sarà individuato univocamente e collocato nello spazio dalla sua propria qualità specifica di essere appunto un cilindro circolare retto e dalle coordinate dei due centri dei cerchi di base e dal loro raggio. Base della modellazione informatica è, pertanto, il sistema cartesiano di riferimento, che coordina l’intero spazio. Ed è, appunto, innanzi tutto la tridimensionalità del modello digitale a travolgere procedimenti ritenuti indelebili. Venendo a mancare la necessità assoluta di “rappresentare con esattezza, su di un foglio che ha solo due dimensioni, gli oggetti che ne hanno tre”, potendo dunque giungere immediatamente al punto senza passaggi intermedi, la modellazione informatica, semplicemente e forse drammaticamente, non richiede conoscenze approfondite di Geometria descrittiva.

È, questo, un aspetto nodale sistematicamente riproposto da ogni innovazione tecnologica. Ad esempio, le abilità necessarie per la guida e la manutenzione di un’automobile sono del tutto diverse

da quelle, non meno nobili ed estese, richieste per la conduzione di una carrozza a cavalli; così come molto diverse tra loro sono le attitudini e le esperienze indispensabili per l’uso del torchio tipografico rispetto al lavoro del copista calligrafo. È dunque necessario saper condurre una carrozza per poter guidare l’automobile? E, nella fattispecie e ancora ad esempio, è propedeutico per il CAD conoscere il metodo per misurare la distanza tra un punto e una retta nelle due proiezioni ortogonali mongiane, oppure è ben vero il contrario, vale a dire che, sapendo e potendo operare direttamente nelle tre dimensioni dello spazio, i metodi della Geometria descrittiva assumono una logica del tutto naturale, quasi inevitabile, oltre che di più immediata comprensione?

Se il principale obiettivo didattico della modellazione digitale deve ancora e inevitabilmente essere quello di far sì che lo studente sappia leggere, scrivere e plasmare l’architettura, l’enorme discordanza operativa esistente tra i due sistemi, e la grande diversità di strumenti, richiedono però una revisione complessiva dei metodi didattici e degli obiettivi intermedi.

## Modellazione grafica e informatica: differenze e affinità

La rappresentazione, specialmente nel settore dell’architettura, è caratterizzata da una grande “inerzia grafica”: confrontando il suo sviluppo con quello della civiltà si potrebbe pensare, per certi aspetti, quasi a un immobilismo. La modellazione digitale fissa senz’altro un punto di discontinuità e, come spesso accade in questi casi, può anche generare disordine e caos. Tuttavia, i momenti di passaggio impongono anche una pausa di riflessione, determinando un vitalizzante nuovo equilibrio delle forze.

Seguendo le apparenze più evidenti ma non le più significative, si potrebbe essere tentati di definire come modellazione informatica tutto ciò che riguarda la sfera analitica e modellazione grafica tutto ciò che concerne quella analogica: lo strumento usato, dunque, determinerebbe l’appartenenza e l’intera differenza. Ma questo confronto è senz’altro troppo rozzo e superficiale.

A prima vista, in realtà, le due forme di modellazione potrebbero apparire quanto mai distanti tra loro, quasi opposte nei metodi e negli strumenti. La modellazione informatica è infatti completamente analitica, quanto l’altra forma è prettamente analogica. La

prima costruisce un modello completo e, appunto, tridimensionale mentre la seconda, di norma, definisce il modello per mezzo di rappresentazioni piane. In quest'ultimo caso il modello è tutto e sempre mentale e lo si controlla e costruisce mediante la creazione, il controllo e l'intersezione di rappresentazioni bidimensionali: tutto qui deve concretizzarsi nelle due dimensioni del piano, esattamente quanto nel CAD tutto si crea invece nelle tre dimensioni dello spazio. L'una prevede la definizione di un modello indipendente dalla scala di rappresentazione (il modello digitale è in scala 1:1 con il suo corrispondente modello reale), l'altro metodo evidentemente no, poiché la scala è fissata a priori. La modellazione informatica consente, almeno in teoria, la piena libertà di scelta della forma di rappresentazione e separa concettualmente la costruzione dalla rappresentazione del modello, mentre nell'altro campo vi è un'apparente coincidenza tra modello e rappresentazione e piena corrispondenza tra piano di rappresentazione e piano di costruzione. Nel disegno "tradizionale" si assiste a una proliferazione di metodi e casi particolari (ad esempio, i vari metodi per la costruzione di prospettive), mentre il CAD tende all'unificazione algoritmica (ad esempio, le proiezioni e le trasformazioni geometriche fanno tutte riferimento ad un unico algoritmo). Ancora, la modellazione digitale, in special modo la modellazione solida, è vicina e in accordo con i procedimenti di costruzione fisica (si pensi, ad esempio, all'unione o alla sottrazione booleane), quanto l'altra usa procedimenti "astratti". La Geometria descrittiva richiede la conoscenza di un insieme di metodi specifici che consentono di costruire le rappresentazioni bidimensionali, mentre nel CAD è sufficiente conoscere la geometria elementare ed è invece essenziale l'apprendimento degli strumenti che permettono la costruzione e l'esplorazione del modello. Il modello informatico è dotato di struttura gerarchica – ordinando e raggruppando le entità in insiemi ordinati e connessi di elementi; struttura di relazione che può giungere al punto di predefinire possibili variazioni geometriche di un'entità al variare di altre entità – mentre quello grafico, a prima vista, ne è privo. È "dinamico", consentendo ampie possibilità di modifica, quanto l'altro è statico. Il modello solido digitale è necessariamente completo, connesso e congruente, mentre la rappresentazione "tradizionale" dell'oggetto è spesso incompleta e frammentata. Ma d'altra parte i grafici analogici forni-

scono informazioni anche se non completi, – la qualità e quantità di informazione associata ai grafici è direttamente proporzionale al grado di raffinamento e di completezza, – mentre il modello digitale risulta pienamente fruibile solo quando è completo: la qualità e quantità di informazioni che si possono estrarre dal modello digitale non è dunque proporzionale al lavoro svolto ma è definita da salti di *spin*. Il disegno a mano libera stimola la sensibilità e la percezione diretta delle proporzioni, la manualità, il colpo d'occhio e può essere evocativo e icastico, mentre nel CAD è necessario discretizzare numericamente una realtà che noi percepiamo come analogica e continua, attenuando pertanto la percettibilità e la tangibilità di ciò che si sta modellando. Infine, un modello informatico è facilmente trasmissibile in rete, senza alcuna perdita di qualità, e si presta assai bene come base di un sistema informativo complessivo dell'edificio in corso di progettazione, come luogo geometrico di accumulazione di informazioni di carattere disparato e, per ultimo, è perfettamente in grado di generare verifiche del comportamento dinamico di un edificio, come anche di un prodotto di design.

Tuttavia, molti metodi, molte capacità necessarie per ottenere l'una e l'altra forma sono in realtà coincidenti o affini tra loro. E questo perché spesso coincidenti o affini sono gli scopi e gli usi. Ad esempio, la disaggregazione degli elementi che compongono il modello, il loro riconoscimento – inteso dal punto di vista architettonico, storico, della forma, della statica e delle funzioni – sono azioni di analisi richieste in entrambi i casi. Nell'uno e nell'altro caso è inoltre necessaria una analoga capacità di sintesi: come rappresentare o costruire per via informatica un capitello ionico, piuttosto che un serramento? Quali elementi di questi oggetti sono più significativi di quali altri? Un modello, sia esso grafico o informatico, è infatti necessariamente selettivo, sia pur con diverse accezioni di selettività. In tal senso, pertanto, una rappresentazione ottenuta per via informatica non si distingue programmaticamente da un'equivalente rappresentazione creata con metodi "tradizionali". Diversa è la via usata per raggiungere il risultato, analoghe sono le forme di fruizione del risultato stesso.

Ma la modellazione informatica non si limita a rappresentare il modello sul piano: già esistono strumenti che proiettano direttamente le immagini digitali sulla retina, scavalcando completamen-

te i metodi classici di rappresentazione piana e il passaggio da modello digitale a modello fisico è, questo sì, del tutto automatico. Dunque, in futuro l'architetto userà sempre meno le rappresentazioni canoniche e sempre di più il modello digitale, senza intermediari, quasi fosse un modello fisico con, in più, la facilità di costruzione, scomposizione e modifica. E anche gli strumenti di costruzione e controllo del modello stanno sempre più abbandonando le due dimensioni del piano, completando così l'intero processo. Dunque, la modellazione informatica apre un colloquio assai stretto con la stessa progettazione dell'architettura, ne diviene quasi parte integrante e indistinta, contribuendo a modificare la stessa prassi progettuale, sia nei metodi sia nella successione delle fasi.

Un altro aspetto senz'altro da approfondire è quello operativo: immediata e diretta la costruzione del modello grafico quanto rigida e ferrea quella del modello digitale. Una delle attuali linee di ricerca più interessanti nel campo della modellazione informatica – una ricerca, però, che certamente non darà frutti immediati – tende proprio a ridurre la rigidità e la farraginosità operativa tipiche di questa forma di modellazione, operando proprio sulle prime fasi, quelle più legate alla fase creativa. Infatti, oggi, la modellazione informatica prevede un curioso paradosso: la reale e immensa libertà operativa si traduce, però, nella necessità di prevedere gli effetti di ciascuna singola azione, disposta necessariamente in una struttura sequenziale a catena, quasi si trattasse di una partita a scacchi nella quale ciascuna mossa potrebbe essere esiziale o decisiva. In altre parole, la spontaneità dell'idea deve spesso cedere il passo alla necessità costruttiva.

Un'altra linea di ricerca, per molti versi sovrapposta alla precedente, si occupa poi di semplificare l'interfaccia dei software dedicati alla modellazione digitale. Troppo spesso, infatti, accade che il progettista sia distolto dal concentrarsi sullo sviluppo della sua idea per la necessità di ricordare lo svolgersi di una funzione o di seguire una prassi obbligata.

### Sinergia necessaria

.....  
Delineate brevemente le caratteristiche specifiche e le "qualità" delle due forme di modellazione è dunque possibile tentare di dare una risposta al quesito iniziale: conflitto o sinergia?

Sinergia, senza alcun dubbio. Sinergia necessaria, sia perché un conflitto non avrebbe alcun senso, ammesso persino che a volte l'abbia, anche in altri contesti. Il conflitto, che vedrebbe inevitabilmente la quasi scomparsa del primo metodo a vantaggio del secondo, implicherebbe l'abbandono di esperienze millenarie, renderebbe difficile ai non specialisti la lettura di un insieme enorme di preziosi documenti del passato anche recente, decreterebbe la morte di un linguaggio, anzi di un insieme di linguaggi, che non possono e non devono morire ma che, al contrario, proprio nel confronto non conflittuale devono trovare nuove forme d'uso.

È interessante osservare quanto è accaduto alla scienza della stereotomia, scalzata in pochissimi anni dal metodo della Geometria descrittiva. La stereotomia ha, anzi aveva, l'intento di "generare", controllare e costruire l'architettura, definendola in ogni sua parte, in ciascuna superficie o spigolo, operando con impulso analogo più alla modellazione informatica che al metodo della Geometria descrittiva. La codificazione di Monge ha portato in breve tempo alla sua scomparsa, o meglio alla sua inclusione in parte umiliante, modificando così anche i metodi progettuali, decretando in realtà la fine di alcuni tipi architettonici: le *trompe*, le scale di Saint Gilles, ad esempio.

Ma il concetto di sinergia implica necessariamente un uso compiuto e accorto dei vari metodi, certamente compresa la stereotomia, impiegati ciascuno seguendo le proprie peculiarità. L'idea è assai semplice, e forse per questo sovvertitrice ed eterodossa: trasformare l'insegnamento dei fondamenti di Geometria descrittiva da metodo di rappresentazione a puro strumento critico di conoscenza. Quindi, non più l'esclusivo insegnamento dei metodi di Geometria descrittiva ma anche di geometria proiettiva, analitica, della storia della geometria e dei metodi di rappresentazione, dell'analisi di un manufatto e delle sue rappresentazioni nel corso del tempo. La Geometria descrittiva ha perso, o sta perdendo, il primato operativo – certo non è più il solo varco necessario per poter "leggere" e, soprattutto, "scrivere" una rappresentazione; senz'altro non una rappresentazione tridimensionale – ma, quasi paradossalmente, potrebbe divenire lo strumento più utile per capire veramente e per legare il CAD – strumento assai povero di storia, se visto nel suo aspetto puramente tecnico – alla storia dei metodi di rappresentazione.

## Una proposta didattica

Volendo giungere direttamente a una proposta per la didattica, si potrebbe dunque pensare a un primo approccio per mezzo del disegno a mano libera (proporzioni e controllo della mano), la costruzione di modelli fisici, lo studio e l'approfondimento della geometria elementare, le norme della rappresentazione architettonica. In una seconda fase si potrebbe introdurre la modellazione digitale sia dal punto di vista tecnico-operativo (puro e semplice controllo del mezzo), sia progettuale, per consentire la verifica, lo sviluppo e la trasmissione del progetto attraverso i mezzi ora in uso. Una terza fase dovrebbe comprendere il rilievo, ovviamente anche e soprattutto nei suoi aspetti digitali e far emergere le infinite vie di traduzione di un modello nell'altro. Infine, nel biennio di specializzazione, si potrebbe tornare ad approfondire gli aspetti culturali della modellazione grafica e le sue premesse storiche, spaziando trasversalmente in tutti i campi, senza distinguere nettamente tra modellazione informatica e Geometria descrittiva. Lo studio dei metodi della Geometria descrittiva, in quest'ottica, risulterebbe utilissimo per giustificare e dare consistenza al percorso storico complessivo compiuto dalla rappresentazione e dalla modellazione grafica nel corso dei millenni.

Visti i punti di continuità e, soprattutto, di discontinuità tra i metodi, ma anche le possibili sinergie, e constatato che già oggi, ma sempre più in futuro, la fase progettuale usa quasi esclusivamente strumenti di modellazione digitale, è perciò essenziale anzitutto definire quali conoscenze ed esperienze sono e saranno sempre più necessarie agli studenti per poter operare con perizia in questo campo.

Anzitutto, è essenziale che lo studente conosca sempre la posizione dell'osservatore e del piano di rappresentazione rispetto al sistema di riferimento, unico e immobile nello spazio. Poiché nei software CAD le rappresentazioni sono generate con modalità automatizzate, più ancora dei metodi generatori è infatti fondamentale saper controllare le variazioni e saper prevedere i risultati. L'enorme facilità e la rapidità di produzione di un'illimitata gamma di rappresentazioni può comportare la tendenza a trascurare o considerare poco utili queste abilità, salvo poi perdersi nell'infinita variabilità e, soprattutto, non essere in grado di produrre rap-

presentazioni formalizzate e significative: spesso, lo studente informatizzato ma poco informato crede di poter risolvere il problema della trasmissione dell'idea e della forma per mezzo della pura e semplice saturazione, adottando la quantità piuttosto della qualità di informazione. Anziché suddividere in classi i vari tipi di rappresentazioni piane, adottando tecniche e metodi costruttivi anche molto diversi tra loro, potrebbe essere utile, al contrario, fonderle nell'unico vero algoritmo generatore, – che vede come protagonisti il piano di proiezione e il centro di proiezione, – analizzando il *continuum* delle possibili variazioni e classificando i punti di discontinuità tassonomica. Questa linea di comportamento comporta anche il non trascurabile vantaggio di aumentare enormemente le capacità dello studente di ragionare, muoversi, vedere e pensare nelle tre dimensioni dello spazio e non solo per mezzo di proiezioni, anzi legando le varie proiezioni al modello tridimensionale e dunque collocandole nello spazio. Un'apparentemente piccola variazione di atteggiamento produce quindi un grande salto concettuale: anziché riprodurre mentalmente il modello a partire da un insieme di rappresentazioni piane (o viceversa), l'obiettivo è di costruire un insieme organico e tridimensionale, complessivamente legato a un unico e immobile sistema di riferimento. Il sistema cartesiano sorregge così il modello tridimensionale (mentale, ma anche digitale e dunque "reale") ma anche i piani di rappresentazione e i relativi centri di proiezione, in riferimento alle varie possibili viste. In tal modo, lo studente sarà sempre in grado di collegare, in un ciclo chiuso e ininterrotto, la realtà fisica al modello digitale e quest'ultimo alle sue rappresentazioni: immaginare, progettare, rilevare, costruire, esplorare, rappresentare risulteranno, se non azioni intercambiabili, quantomeno frammenti paralleli e connessi di un procedimento unico e ben connesso.

Un altro punto importante consiste nell'aver piena cognizione delle relazioni tra geometria analitica e geometria elementare, vale a dire tra stato numerico e stato grafico. Tutti i procedimenti dei vari software di modellazione fanno capo, naturalmente, ad algoritmi di geometria analitica – e pertanto richiedono che l'utilizzatore ne conosca almeno i principi – tuttavia si riferiscono operativamente ai classici strumenti ed enti dell'eterna geometria euclidea.

È poi essenziale avere piena consapevolezza della differenza tra piano di rappresentazione e piano di costruzione, spesso posti nello spazio con giaciture diverse tra loro. Nel disegno tradizionale questi due piani coincidono per definizione, ma non così avviene operando nelle tre dimensioni dello spazio.

Lo studente deve anche essere in grado di prevedere la sequenza costruttiva e le possibilità di modifica degli oggetti modellati, la loro struttura organizzativa e le relazioni logiche e spaziali che intercorrono tra le varie parti: l'uso di software parametrici variazionali permette senz'altro di approfondire questi temi, basilari per il controllo del progetto.

Lo studente dovrà anche saper usare il modello per sperimentare e trovare risposte a domande riguardanti la rappresentazione, la progettazione, ma anche la storia dell'architettura o la forma di superfici e volumi.

Infine, ma non ultimo, è anche importante che lo studente sappia rappresentare, esplorare e comunicare compiutamente il modello digitale, sfruttando a fondo le opportunità tecniche ed espressive di quel mezzo.

I punti ora esposti fanno, tra l'altro, intravedere una questione assai delicata, politica più che didattica: volendosi allontanare da alcuni dispositivi classici e peculiari dell'area del disegno, come mantenere, o addirittura accrescere, l'autonomia, le qualità specifiche, l'identità dell'area disciplinare? È questo un punto che senz'altro richiede ulteriori approfondimenti: certo non è risolvibile ignorandolo, né pensando di limitarsi a mantenere le posizioni, continuando a fornire insegnamenti che sempre più si disgiungono dalle reali necessità didattiche delle facoltà di Architettura, ma anche di Ingegneria e Disegno industriale.

Anzitutto, credo sia indispensabile dotare ufficialmente la modellazione digitale di un *corpus* di strumenti scientifici autonomi e non già appartenenti alle aree della matematica, dell'informatica o della progettazione. Ma la modellazione digitale possiede intrinsecamente un'ulteriore ed esclusiva qualità che potrebbe essere utilmente messa a profitto: consente una facile trasformazione tra i vari possibili modelli, ottenendo una vera e propria metamorfosi che muta il modello grafico bidimensionale nel suo corrispondente tridimensionale, quest'ultimo nel modello fisico e viceversa. In tal senso, il termine *modellazione digitale* dovrebbe assumere un

significato più ampio e articolato rispetto alla pura costruzione e gestione di modelli tridimensionali. Deve comprendere il disegno a mano libera, la modellazione fisica, lo studio e il rilievo delle forme, delle superfici e dei volumi, pur se condotti con altri strumenti, diversi dalla cara matita di legno, dal fidato doppio metro, e, infine, dai tradizionali metodi della Geometria descrittiva. La modellazione digitale potrebbe così permettere di giungere a una sorta di unificazione delle forze, in grado di legare e coordinare tra loro tutti i vari settori dell'area del disegno.

Infine, potrebbe risultare particolarmente utile attivare e sostenere specifici strumenti di connessione e comunicazione – in primo luogo Internet, naturalmente – per far sì che i vari docenti mettano in comune idee, esperienze didattiche, metodi, strumenti, servizi; superando così l'era pionieristica e individualista.

Disponiamo ora di uno strumento "nuovo", uno strumento da un lato in realtà ormai maturo ma anche in continua e rapidissima evoluzione: il nostro atteggiamento, dunque, deve necessariamente essere altrettanto nuovo e al contempo flessibile e aperto, potendosi adattare rapidamente alle continue novità, pur accumulando via via quel necessario substrato di concetti e metodi, fondamentali e stabili, che consentiranno a questa disciplina di potersi definire scienza.

# Del disegno e del modello: rappresentazioni per il disegno industriale

**Marco Gaiani**

## Del disegno, del modello

Una delle più incredibili opere di rappresentazione architettonica lasciateci dalla storia per qualità d'informazione e sistematicità d'esposizione sono certamente *I Quattro Libri dell'Architettura*, pubblicati in fretta e furia da Andrea Palladio a Venezia nel 1570 con finalità concorsuali, mettendo in bella tutto il materiale e la struttura organizzativa didattica che aveva accumulato ed elaborato in oltre un trentennio e che una copiosa attività professionale aveva progressivamente arricchito, senza lasciargli tuttavia il tempo per la divulgazione (PALLADIO). *I Quattro libri* mostrano in maniera matura un metodo di formare e rappresentare il progetto d'architettura, nell'insieme e nelle sue parti, che fino all'avvento dei sistemi digitali non è sostanzialmente mutato e che, per estensione, risulta uno dei pochi che può avere attinenza col disegno del disegno industriale (tra i metodi in uso prima della sua nascita), nel modo in cui lo intendiamo oggi: un sistema che presuppone l'industrializzazione del processo, la serialità della produzione, un differente ordine di grandezza rispetto all'architettura.

Il disegno del disegno industriale, infatti, è stato generalmente equiparato al disegno dell'architetto o a quello dell'ingegnere; al più, in tempi recenti, si è pensato a una vera e propria crasi tra i due, senza riflettere sul fatto che i caratteri fondamentali che lo contraddistinguono, ne propongono una sostanziale diversificazione. Esso è innanzi tutto "rapido" e iconico, perché il suo argomento è destinato a essere compreso, prodotto e consumato rapidamente, ma, nel contempo, è analitico e complesso, perché indirizzato non solo a fornire il substrato di una realizzazione successiva, ma a essere esso stesso il risultato finale dell'elaborazione, vero e proprio prototipo che rende il progettista non solo ideatore, ma anche costruttore. Il disegno del disegno industriale è poi anche una disciplina che deve soddisfare l'esigenza fondamentale di un

sistema che vede nella visualizzazione e nella trasferibilità rapida dell'informazione i suoi paradigmi fondamentali e, per questo, è destinato ad attingere con forza a tutto ciò che gli consente di enfatizzare quanto più possibile questi caratteri.

Tornando al nostro riferimento, il trattato del Palladio, e alla struttura rappresentativa con cui sono descritte le differenti architetture, il carattere che la connota è quello di consistere in un sistema di ricostruzione dei caratteri di ogni singolo edificio, che si serve di uno schema dato da una pianta e un alzato (ad esempio per le ville raffigurate nel libro II), "esecutivizzabile" tramite sistemi costruttivi e sistemi proporzionali sul dimensionamento di stanze, scale e dettagli decorativi pubblicati nel libro I. E se andiamo a osservare con un po' più d'attenzione questi ultimi, possiamo fare una scoperta straordinaria: Palladio spiega, infatti, con gran dovizia il modo di fabbricare le parti dell'ordine realizzabili geometricamente con costruzioni piane (il mezzo di rappresentazione a sua disposizione come tecnica progettuale), mentre nulla aggiunge a qualche sommaria incisione dedicata alla parte d'ordine che doveva essere "modellata".

A Palladio, che non aveva una formazione aristocratica ma un inizio come scalpellino, era assolutamente chiaro come quelle parti non potevano avere alcuna rappresentazione di progetto bidimensionale attendibile per permetterne la realizzazione e dunque non dovevano contribuire a comporre, oltre che nella definizione di uno stilema ipotetico, le regole pratiche del buon costruire (BURNS).

Per l'architetto vicentino è evidente una situazione che quattrocento anni dopo, sebbene limitatamente alla sola questione della comprensione tramite rappresentazione (e non del riuso in modo attivo), espone con rigore metodologico Abraham Moles, a partire dagli scritti di Peirce e Morris (MOLES 1981). Se Charles Sanders Peirce spiega che un'icona è "un segno che semplicemente rappresenta qualcosa perché vi rassomiglia" o "partecipa a formare i caratteri dell'oggetto" (PEIRCE); Charles Morris considera un segno come iconico quando è dotato delle stesse proprietà del suo referente (MORRIS). Secondo la sua concezione, l'iconicità diviene una questione di grado: un film è più iconico rispetto a una persona di un ritratto dipinto, ma lo è meno della persona stessa.

Abraham Moles, elaborando su questa proposta, costruisce una

scala che comprende 13 gradi d'iconicità a partire dall'oggetto in sé fino al grado zero rappresentato da una descrizione verbale. L'identità è la massima espressione dell'iconicità e l'illusione della somiglianza percettiva tipicamente prodotta in diversi modi dal modello in scala e dal segno pittorico è altrettanto vicina a una situazione in cui l'iconicità è priva d'identità.

Il trattato di Palladio, a cui fa riscontro tutto un modo di lavorare, presuppone quindi che il progetto d'architettura, in quanto disegno, non possa essere un sistema di identità col reale, ma sostanzialmente una serie di schemi, che indicavano le condizioni della realizzazione, atti a guidare una ricomposizione che doveva avere un secondo attore in maestranze capaci di interpretarli. Alle maestranze poi era affidata completamente la parte di realizzazione dei modelli necessari per la costruzione e la definizione di ciò che doveva essere plasmato. Solo per inciso le due figure, nel *modus operandi* di Palladio, confluiscono in una sola: lui stesso.

Ciò che di questa vicenda ci interessa, è la conferma per la rappresentazione di architettura della separazione tra progettazione ed esecuzione e dell'uso del modello come strumento di progettazione solo come tecnica di definizione dell'esecutivo (le sagome per definire i profili di volte, capitelli, colonne, ecc.) o di prototipazione, nel senso di realizzazione diretta dell'oggetto finito. In epoca pre-industriale il prototipo coincideva dunque con lo stesso oggetto finito.

È facile, a questo punto, concludere che l'uso di *maquette* come strumento di progettazione appartiene tipicamente all'epoca dell'industrializzazione, quando l'esecutivo diviene più importante dello schema per la necessità di avviare un processo univoco e ripetitivo, e che fino all'avvento del disegno 3D digitale concezione e realizzazione sono rimaste parti indipendenti, coincidendo solo per quei rari momenti in cui l'architetto ha avuto le capacità di realizzare ciò che non gli era possibile disegnare (dal Michelangelo di San Pietro al Le Corbusier di Nôtre Dame de Ronchamp).

Il paradigma informatico ha portato con sé per la prima volta, daché i modelli sono comparsi sulla scena dell'architetto e del designer, la possibilità di non realizzare uno schema, ma la matrice dell'oggetto finale, non solo simile in tutte le sue parti al reale, ma capace di generarlo in modo automatico e infinitamente ripetibile. L'elaboratore consente inoltre l'utilizzo dei modelli non come

semplice figurazione statica, ma come sistema di simulazione, cioè "la manipolazione di un modello nel suo operare nello spazio e nel tempo, al fine di permettere la percezione delle interazioni non immediatamente apparenti, causa la loro separazione nello spazio e nel tempo" (BERTALANFFY).

Questo scritto vuole riprendere appunto questo tema fondamentale della rappresentazione di progetto: quello del modello come tecnica di progettazione e quindi, implicitamente, come tecnica didattica di sviluppo dell'insegnamento dei metodi di progettazione.

Interessa quindi non più semplicemente il tema del modello come *maquette*, ma come simulazione, seguendo quanto ha scritto Jacques Guillerme già quindici anni or sono: "il modello è un artificio che si colloca in un processo di progettazione grazie alle sue capacità (variabili) di simulazione". E lo sviluppo del tema è già inscrito nel periodo seguente dello stesso autore: "si noti che tale qualità non si rifà alla 'scala', né alle distorsioni che necessariamente ne derivano; essa risponde esclusivamente ad un procedimento di sostituzione transitorio che coinvolge caratteri compresi in un ventaglio di rappresentazioni plausibili dell'oggetto futuro" (GUILLERME, P 29).

Oggi la simulazione non si riferisce più all'uso della *maquette* fisica, ma alla computerizzazione *in fieri* del modello per studiare le implicazioni delle interazioni delle parti del sistema. Le simulazioni sono generalmente iterative in questo sviluppo. Si sviluppa un modello, lo si simula, s'impara dalla simulazione, si revisiona il modello, e continua l'iterazione fino a che è sviluppato un adeguato livello di comprensione. Questa qualità è assai marginale nei modelli tradizionali, mentre rappresenta il carattere dei modelli digitali.

## Delle origini del modello d'architettura

---

La storia dei modelli presenta lacune e incongruenze, perché è divisa tra due concetti: quello delle analogie cinestetiche approssimative e quello delle riduzioni algebriche astratte le cui simulazioni visuali sono soltanto un'evoluzione recente, improntata alla tradizione del disegno.

Dal latino *modulus* e *modus*, la parola *modello* evoca in ogni caso la nozione di misura, di norma, di ritmo, di modo, di limite, fino

ad assumere il senso platonico di “forma ideale”, di “paradigma” sul quale si regolano le esistenze materiali, come lo intendevano gli architetti rinascimentali (sull’etimologia di *modello* vedi GAIANI 1993). Infatti, un modello, al pari delle altre forme di rappresentazione, è sempre stato uno schema con chiari codici capaci di confermare la distanza rispetto alla realizzazione (raramente un prototipo dell’oggetto o la matrice generativa diretta dell’oggetto) e tuttavia uno strumento atto a sviluppare una similarità conoscitiva. La modellazione è dunque una strategia conoscitiva in cui gioca un ruolo decisivo l’idea di similarità rispetto alla realtà che viene sfruttata in modi differenti a seconda del tipo di modello che si va a realizzare.

Varie testimonianze indicano come il modello prenda piede in epoca gotica, verosimilmente portato di una tradizione assai più antica, come “disegno” del reale. Parrebbe assodato che almeno dal Quattrocento, nell’Europa nord-occidentale lo strumento primario per la trasmissione formale fra architetti e maestranze non fossero disegni quotati, ma direttamente sagome lignee – quali compaiono già nei taccuini di Villard de Honnecourt (*Livre de portraiture*, f. 1 r) – tramite le quali lo scalpellino era in grado di configurare i concetti su tre dimensioni.

In Italia modelli architettonici sono documentati a partire dal 1350 nel cantiere di Santa Maria del Fiore a Firenze (PACCIANI e CRESTI). Nel 1353 si ordina un “disegno” in legno a Francesco Talenti per l’attiguo campanile; ancora nel 1355, e sempre da Francesco Talenti, “uno disegno a sempro di legname” per la soluzione di problemi legati a cappelle perimetrali e finestre. La tecnica del controllo formale e della previsione del comportamento statico tramite “disegni” in legno o in muratura (come il grande plastico elaborato da Antonio di Vincenzo per la chiesa di San Petronio a Bologna nel 1390) potrebbe essere connessa con l’affacciarsi dei problemi legati alle grandi volte gotiche.

In epoca rinascimentale la costruzione di modelli conosce poi una larghissima diffusione, alla quale non è estranea la cripticità della trascrizione del terzo tipo di disegno indicato da Vitruvio nel suo trattato, *De Architectura* (VITRUVIO, I, I, 1), atto a figurare il progetto d’architettura, e di cui iniziano a fiorire le trascrizioni e le edizioni a stampa: una trascrizione giunta a noi, infatti, in una forte dualità di versioni e interpretazioni oscillanti tra *sciografia* e *scenografia*.

Alcuni commentatori della prima metà del Cinquecento, a partire da Fra’ Giocondo, incapaci di sciogliere il dubbio *sezione o prospettiva* (piana, cilindrica, o comunque si voglia), avevano infatti deciso di intendere l’espressione come la definizione del modello. Interpretazione certo errata: sono le stesse etimologie di *skio-graphía* e di *skenographía* che lo confermano. Il termine greco *γραφή* richiama esplicitamente la posizione su di un mezzo bidimensionale (*σκηνογραφία* è, infatti, letteralmente la pittura della tenda). Peraltro Vitruvio stesso, nel corso del suo testo, fornisce un’accurata descrizione del *modulum*, oltre la semplice segnalazione della sua esistenza (VITRUVIO, X, XXII, 2 E VI, *PROEMIO*). La descrizione come un sistema illustrativo a posteriori, di sicuro effetto sulla committenza, legato a modi figurativi convenzionali propri (come tale è largamente impiegato nel corso di tutto il Rinascimento) e come metodo assai appropriato per la descrizione della componente tecnologica degli oggetti, la verifica di comportamenti statici, o, addirittura, la prefigurazione delle stesse macchine tecnologiche, conferma che i modelli fossero altro da uno strumento progettuale.

Quindi, nonostante un ricorrere del termine, che certamente ne invoglia l’uso, il progresso che ci offre l’epoca seguente a quella gotica nella costruzione dei modelli è semplicemente una forte carica ideale (richiamata appunto dall’etimologia). Rimane tuttavia inequivocabile come i modelli fossero largamente scosti dalla realtà essendo del tutto improponibile, per un’architettura fondata sui rapporti come quella classica, la variazione delle “relazioni proporzionali” che essi generano. Palladio ne rifiuta addirittura l’impiego ben conscio che la differenza fra un plastico e un edificio vero e proprio può determinare discrepanze percettive (PUPPI). “Geometricamente, – ha spiegato pochi anni fa Rudolf Arnheim, – un oggetto molto grande ha, rispetto alla sua superficie, più volume di quanto ne abbia uno piccolo; più precisamente la superficie aumenta in ragione del quadrato della dimensione lineare, mentre il volume aumenta in ragione del suo cubo. Nello spazio senza peso dei matematici una simile trasposizione non fa alcuna differenza, ma quando essa si verifica nel mondo fisico, sotto l’influsso di una costante attrazione gravitazionale, conta parecchio. [...] Riducendo la distanza da un oggetto, aumenta l’angolo visuale che determina le dimensioni di un’immagine ricevuta dagli occhi. In un am-

biente angusto, quindi, una parte relativamente ristretta di un edificio o di uno spazio tra edifici riempie una vasta zona nel campo visivo e può essere osservabile solo se gli occhi e la testa si muovono avanti e indietro con movimenti scanditi. Le esperienze visive che ne risultano, sono qualitativamente diverse da quelle effettuate allorché si osserva un modello” (ARNHEIM 1977, pp. 143, 144).

Al di là della loro dimensione di oggetti, le *maquette* avevano dunque una funzione di cristallizzazione di un pensiero e di anticipazione di una realtà costruttiva e dei suoi effetti complessivi, che aiutava l’architetto a “conoscere la bellezza di un edificio di cui ha concepito l’idea ancor prima di aver cominciato a costruirlo” (VITRUVIO, X). È quest’esigenza di comunicare il progetto, di soddisfare il desiderio della committenza di “vedere in anticipo”, che è all’origine della professione di architetto: egli nasce dunque anche come visualizzatore, e questo, vedremo, è un aspetto fondamentale dell’attuale paradigma del costruire e usare il modello. I modelli non erano in ogni modo fonte del lavoro creativo né mezzo d’ideazione “a priori”.

Rispetto a questo schema metodologico, una variazione avviene solo oltre trecento anni più tardi, con le *maquette* in scala 1:1, nei modelli dei prodotti industriali. “A rigor di termini, però, – sottolinea Maldonado, – queste non possono essere chiamate *maquette* ma modelli con funzioni di prototipo. Sebbene rimangano modelli che servono a facilitare le decisioni preliminari o finali attinenti a un prodotto destinato alla produzione in serie, i prototipi, possono esprimere diverse intensità – per così dire – di modellazione, nel senso che può essere più o meno simile al prodotto da realizzare. In certi casi, ad esempio, il prototipo riguarda esclusivamente la scocca o la carrozzeria, e talvolta si ricorre a mezzi grafici per rappresentare ‘come se’, ossia fittiziamente, molti particolari che poi, nella pratica, diventeranno reali organi operativi. Nell’industria questi prototipi sono chiamati, di norma, non-funzionanti. In altri casi, il prototipo viene definito come semi-funzionante, in quanto alcuni organi sono operabili, ma con l’ausilio di espedienti meccanici *ad hoc* che non sono quelli definitivi. E ci sono, per ultimo, i prototipi che, escludendo pochi particolari senza importanza, sono quasi identici al vero prodotto. Si tratta di prototipi che esibiscono la stessa configurazione formale, funzionale, strutturale e operativa dell’oggetto modellato” (MALDONADO 1987).

## Rappresentazioni digitali ovvero da due a tre attori

Nel processo di disegno manuale esistono due soli termini: da un lato la mano direttamente collegata alle nostre capacità sensoriali, percettive, cognitive e intellettuali che la guidano, dall’altro una serie di strumenti che funzionano come mezzi correlati per tracciare, segnare, campire, in perfetto accordo tra loro (carta, matite, penne, compassi, righe, squadre, ecc.), o, al limite, da ausilio meccanico.

L’uso dell’elaboratore elettronico come mezzo per il disegno ha introdotto nel processo figurale un terzo elemento, strutturalmente e funzionalmente differente dai primi due. Il computer (hardware, vale a dire ferramenta), infatti, è di base uno strumento dotato di un’intelligenza assai limitata che non è in grado di fare altro che contare (lettura e scrittura) un sistema binario a una velocità straordinaria (i personal computer di ultima generazione sono capaci di arrivare fino a quindici miliardi di istruzioni per secondo). Ciò che trasforma l’intelligenza di base di un chip di silicio nell’intelligenza d’alto livello di un sofisticato sistema per il disegno non è dunque il mezzo fisico in sé, ma un insieme di istruzioni, programmi, banche dati, inseriti all’interno della macchina, precedentemente rispetto al nostro intervento, che ricodificano in forma binaria e matematica i modi del nostro operare (software, cioè linguaggio coordinato in comandi). Questo assetto basato non più su due, ma su tre termini e ricodificato a priori rispetto a un sistema binario, tramite descrizione matematica, rende il modo di disegnare necessariamente differente dal normale tracciare al tavolo da disegno, ma anche dal normale modo di creare un modello scavandolo nel legno o plasmandolo nella creta.

Il primo aspetto che riflette questo mutamento è proprio il processo di *mnème* della rappresentazione. Le condizioni dell’imitazione offerte dall’elaboratore sono assai differenti rispetto a quelle dell’operare manuale, come si può notare semplicemente disegnando un quadrato, che, se rappresentato con le tecniche manuali, non è riconosciuto come tale dal computer, perché mancante di quelle proprietà di coerenza e associazione che noi riconosciamo visivamente, senza altre specificazioni.

Lo stesso spazio dell’architettura virtuale disegnato con l’elaboratore è uno spazio differente da quello manuale.

Nel secondo, infatti, il segno e la linea come tracciato continuo sono le condizioni di base, fino a costituire complessivamente l'idea di un metodo traspositivo, congiunzione di teoria e prassi, raccordo tra ideale e reale, la cui qualità principale è la capacità di mostrare in modo semplice il tridimensionale in uno spazio bidimensionale come proprietà intimamente legate alle nostre capacità di riconoscimento logico.

Disegnando con l'elaboratore questa qualità di trasposizione visuale è del tutto marginale, giacché ogni disegno non è più semplicemente grafia, ma dato alfanumerico o numerico, sequenza di bit, codificato in forma di modello; spesso solo modello proiettivo, ma assai meglio modello.

Nell'attivazione di un sistema di rappresentazione con l'ausilio dell'elaboratore ciò che è fondamentale è dunque il modello di riferimento in base al quale attuiamo la trasposizione.

Il tipo principale che abbiamo utilizzato in questi primi trent'anni di disegno digitale è stato la transcodifica in sistema binario della geometria analitica e della sua congiunzione con la descrittiva, nient'altro che la stessa tematica e lo stesso schema interpretativo che appassionarono Gaspard Monge nella seconda metà del Settecento e che lo spinsero a definire anche in descrittiva la retta come intersezione di due piani di cui erano date le tracce, anziché semplicemente con tracce e proiezione proprie, proprio perché una retta nello spazio è definibile analiticamente solo come l'intersezione di due piani (MONGE).

Tuttavia la trasposizione della descrittiva all'elaboratore è un modello imperfetto, spesso marginale, che non esprime la verità mongiana se non nell'impostazione e nel rapporto tra le viste. Ciò che nel sistema analitico e descrittivo del professore all'École Polytechnique era sempre associato indissolubilmente, nei sistemi digitali vive infatti di una dissociazione permanente, per differenze di base nella "mimesi" dovute a limiti tecnologici o, più banalmente, per errate trascrizioni e interpretazioni della procedura tradizionale.

Un passaggio significativo per comprendere questa dissociazione è osservabile nella conversione di un'immagine in una informazione digitale, nella quale interviene uno schema notazionale. La tecnologia elettronica digitale atomizza e schematizza astrattamente la qualità analogica del fotografico e del cinematografico in un insieme

discreto di pixel e bit d'informazioni che sono trasmessi serialmente, ogni bit discontinuamente, in modo discontinuo, e assoluto. Un campo di cifre immateriali sostituisce le tracce materiali dell'oggetto. Le gerarchie sono distribuite, il colore è bilanciato. Il bilanciamento del valore del colore presenta implicazioni per il tradizionale concetto di figura/campo. Nell'immagine digitale informazioni di *background* devono essere codificate tanto densamente quanto le immagini in primo piano: lo spazio bianco infatti non è vuoto, vi è spazio vuoto attraverso il campo.

A fronte di una visualizzazione sul monitor secondo questa tecnica discreta, cioè in forma *raster* (ovvero a *pixel*, a quadratini), occorre notare come gli elementi grafici dei software per il disegno tecnico siano definiti vettorialmente, cioè come sistemi dotati di una intensità, una direzione e un verso, per cui anche elementi retti nella realtà risultano necessariamente scalinati (il noto difetto dell'*aliasing*).

Se andiamo poi a verificare il "modo" con cui osserviamo gli oggetti, emerge subito il fatto che quando lavoriamo sul tavolo da disegno abbiamo sempre in vista tutto il disegno, ma non possiamo certo avere sempre rappresentato tutto l'oggetto in ogni sua parte a meno di possedere contemporaneamente una grande quantità di viste. Se operiamo col computer, viceversa, raramente possiamo osservare con un'unica vista l'intero disegno (un monitor al massimo misura 24" in diagonale), mentre possiamo possedere immagazzinato in forma di modello completo tutto l'oggetto della nostra rappresentazione, descritto in ogni sua parte e facilmente osservabile nel suo insieme e nei suoi dettagli con un rapido cambio di vista. I tipi di visualizzazione sono dunque necessariamente differenti, solo talvolta assimilabili.

Nella logica mongiana infine tutto è continuo: lo è il tracciare sul foglio di carta, lo è l'equazione di un segmento, forti di appartenere a uno spazio infinitamente piccolo e infinitamente grande, certamente sempre differenziabile. Nell'elaboratore lo spazio invece è discontinuo: lo è in visualizzazione (abbiamo visto come tutto sia suddiviso in pixel), ma lo è anche lo spazio vettoriale inscrivibile in un disegno. La prima cosa che occorre definire sono l'intero minimo e l'intero massimo che lo definiscono, quindi il dominio di azione piuttosto che il singolo elemento. In ogni caso prevale il campo, non l'oggetto in sé.

Queste circostanze lasciano intendere che forse il modello rappresentativo tradizionale, quello di Monge, ma in fondo quello che ci ha lasciato Vitruvio, se semplicemente trasposto in forma digitale, presenta forti limiti e dunque necessità di nuovi sviluppi.

Il saggio di Edmund Husserl (1859-1938) su *Le origini della geometria* del 1936 e l'introduzione all'edizione francese che Jacques Derrida ha curato nel 1962 (HUSSERL), analizzando le interrelazioni fra architettura, filosofia e geometria nel corso della storia (qualche anno fa ridiscussa da David Farrell Krell, KRELL) forniscono qualche spunto.

Nel suo saggio, Husserl suggerisce tre fasi nello sviluppo della geometria:

- era preistorica e prescientifica, in cui non c'è la geometria, ma una sorta di predisposizione alla geometria;
- era proto-geometrica, in cui si ha la scoperta dalla superficie piana, del limite preciso, dello spigolo netto, della linea chiara e del punto. Gli aggettivi sono le qualità essenziali di questa genealogia che è inversa al processo generativo pitagorico (il punto che genera la linea, la linea il piano, l'intersezione di piani i solidi);
- era della tecnologia, inaugurata dalle tecniche di misura. Solo in questa fase l'umanità inizia a elaborare una visione teorica del mondo e una conoscenza del mondo. Tale visione teorica apre l'umanità alle *aeterna veritas*, indirizzandoli verso una scienza a priori, la moralità, la religione.

Lo spazio discontinuo dell'elaboratore può, per la prima volta, mettere in discussione la "visione teorica del mondo" di Husserl, invertire e distorcere le tre ere da lui definite.

## Dal reale al virtuale

I modelli informatici consentono simulazioni tridimensionali che racchiudono tutte e tre le proprietà dei modelli, essendo omologhe, isomorfe e analoghe (MALDONADO 1992). I modelli informatici sono in grado di coprire, in un unico sistema di rappresentazione, la totalità dei meccanismi di "visione" possibili: da un lato forniscono le medesime prestazioni dei modelli iconici, dall'altro di quelli non-iconici (modelli diagrammatici e matematici).

Concepiti come vere e proprie *maquette* che vivono in uno spazio virtuale perfettamente corrispondente a quello reale, tanto da of-

frirne tutte e quattro le dimensioni, i modelli realizzati con l'aiuto dell'elaboratore vengono poi osservati attraverso uno schermo che li visualizza in uno spazio bidimensionale percettivo (in proiezione centrale) o misurabile (proiezione parallela), con capacità di variare il punto di vista per simulare la mobilità e la trasformabilità nel tempo e nell'apparenza. Pur richiamando la finestra della *perspectiva artificialis* di Leon Battista Alberti, il metodo di visualizzazione si distacca profondamente dai modi con cui si realizza l'astrazione albertiana. Come già notava Piero della Francesca nel suo *De perspectiva pingendi* (PIERO), il metodo di costruzione di una prospettiva su un foglio di carta è quello della proiezione per "trasformazione", mediante l'impiego di piante e prospetti dell'oggetto. Si tratta quindi di una trasformazione 2D/2D. Un modello informatizzato tridimensionale si realizza invece tramite una trasformazione su un piano 2D di un oggetto di cui non sono note solo delle proiezioni bidimensionali, ma tutte le proprietà che definiscono un oggetto tridimensionale reale.

Da un punto di vista operativo, infatti, la definizione di un modello digitale tridimensionale passa attraverso la determinazione di tre caratteristiche (GAIANI 2001A):

- la geometria: cioè la descrizione delle coordinate dei vertici;
- la topologia: cioè la descrizione delle relazioni di connessione tra componenti geometriche;
- la fotometria: cioè la descrizione di colori, normali, *texture*.

La necessità di definire queste caratteristiche, se da un lato qualifica il modello come soggetto spaziale, dall'altro ne stabilisce le condizioni esistenziali e determina le scelte operative di base per la sua costituzione.

Un momento centrale nella strategia operativa che stabilisce questi attributi è la definizione del livello di dettaglio. Poiché tutti i modelli sono semplificazioni e schematizzazioni della realtà, c'è sempre uno scarto tra reale e livello di dettaglio incluso nel modello. Se nel modello è incluso troppo poco dettaglio, si corre il rischio di perdere le interazioni principali e il modello risultante non può essere utilizzato come strumento per facilitare la comprensione. Se invece è incluso troppo dettaglio, il modello diventa eccessivamente complicato e finisce per precludere lo sviluppo della comprensione. La definizione del livello di dettaglio è quindi una delle operazioni progettuali più importanti nell'impiego dei

modelli. Nel caso del disegno industriale di prodotto, essa è realizzata sempre oscillando tra due estremi opposti di modelli dal punto di vista delle finalità:

- modelli che si riferiscono più a una visione interpretativa nell'aspetto e/o nel comportamento che a una ricostruzione filologica dell'oggetto;
- modelli che simulano il reale cercando di replicarlo esattamente per come è.

La riproduzione dell'esistente identicamente a se stesso non sempre presenta significati utili allo sviluppo del progetto, anche se la prefigurazione di come apparirà l'oggetto realizzato è certamente strumento importante.

In questa interpretabilità e interpretazione sta larga parte della "progettualità" sottesa dal modello e dunque la necessità di renderle operazioni esplicite e determinate in forma propositiva.

### **Esperienza geo-metrica/esperienza percettiva**

"Il corpo è il nostro mezzo generale di avere un mondo", afferma Maurice Merleau-Ponty (MERLEAU-PONTY, p. 171). Questo "corpo posseduto" è il luogo di ogni formulazione sul mondo; esso non solo occupa spazio e tempo ma rende consistenti spazialità e temporalità dandovi una dimensione. Il corpo ha una dimensione e attraverso il moto polarizza la realtà esterna, per questo ci offre un'esperienza "geo-metrica". Il nostro modo di conoscere e concepire il mondo è dunque un modo teatrale, nel senso di animato, che si crea esso stesso un'esperienza geo-metrica.

L'esperienza geo-metrica ha un momento fondamentale nella percezione. Il mondo è per noi un mondo percepito – continua Merleau-Ponty – e la percezione può avvenire solo all'interno della nostra struttura di categorie, così come solo in essa sono dati reale e ideale, generale e specifico.

La percezione è dunque il nostro modo primario per impossessarci delle cose e il concetto di percezione si basa sulla certezza che non vi sia sensazione priva dell'atto del giudizio.

A fronte di quest'esperienza pratica e quotidiana (di cui l'inquadramento di quasi cinquant'anni or sono del filosofo francese è forse parziale, ma certo pregnante e assai evidente rispetto al nostro argomento), i modi che abbiamo codificato per conservare e

restituire i dati inerenti alla realtà costruita e alla sua ideazione forniscono una procedura che astrae sia dal nostro modo di prendere possesso delle cose che dalla possibilità di ricostruire il mancante a partire dal metodo di riproduzione.

Si tratta di uno schema basato su quattro ipotesi:

1. la riduzione del 3D al 2D (usuale ma non necessariamente);
2. la costruzione dell'intero sistema continuo per interpolazione, di solito lineare, a partire da pochi punti discreti;
3. la ricomposizione dell'insieme per scene fisse;
4. la messa "in apparenza" non di un oggetto identico al reale, ma di una sua rappresentazione tematica, scartando l'intero.

Il reale viene quindi trasmesso per episodi discontinui e parziali, che tuttavia restano i soli elementi in grado di consentire, tramite processi mentali interpolativi, di ripristinare in forma continua una discontinuità caratterizzata dall'eliminazione di quanto esiste tra due passaggi consecutivi, come se si procedesse all'eliminazione in modo casuale della maggior parte dei fotogrammi in un film di animazione e i restanti fossero spesso privati di una delle componenti di colore primario, così da non poter più riconoscere colori e toni.

Per completare il discorso è necessaria ora una nuova osservazione che parte da un passato più lontano.

Nella stessa epoca in cui Cartesio pubblica il suo saggio sulla *Geometria* (CARTESIO), nel 1637, Pierre de Fermat scrive sul medesimo argomento un'opera dall'impostazione assai diversa intitolata *Ad locos planos et solidos isagoge* (FERMAT). La geometria analitica consiste per Fermat in null'altro che un particolare metodo per dare forma algebrica ai problemi geometrici. Come tale essa si inserisce nella lunga catena dei tentativi compiuti fin dall'antichità per legare l'algebra alla geometria, e la sua validità è provata non da un ragionamento a priori che procede da una concezione universale della scienza, ma soltanto dal suo successo verificato in mille casi.

La dimensione geo-metrica del reale viene inserita da Fermat in un determinato processo storico e non è posta come categoria universale a priori e a-temporale. In linea con l'idea del metodo scientifico in precedenza espressa e anche con il concetto di spazialità che affermerà trecento anni più tardi Merleau-Ponty, fornisce un'ulteriore specificazione: l'uomo e la sua opera sono i soli termini di misurabilità possibili, di contro a misure assolute.

La problematica dei modi della comprensione del reale nei termini espressi da Fermat e da Merleau-Ponty ha un'applicazione immediata nel problema progettuale della trasposizione dall'idea al reale. Nel progetto esiste dunque una necessità di duplice descrizione, legata da un lato a una geo-metria misurabile, dall'altro a una geometria percettiva. Nessuna delle due dimensioni è escludibile, così che nessun tipo di proiezione, né di modello è in grado di eliminare la propria forma complementare se non riducendo il progetto a un'espressione letteraria, esprimibile nei termini di un'equazione, non più comprensibile come una relazione "intenzionale".

Gli stessi concetti di "configurazione" e di "forma" richiamati dalle teorie gestaltiche affermano che un oggetto risulta completamente definito e definibile quando rappresentato nel suo contesto in modo nel contempo misurato e percepibile (KATZ e KÖHLER).

I modelli digitali consentono per la prima volta di generare gli oggetti assegnando delle misure, di definirne le parti plasmandole come l'argilla o scolpendole nella pietra, ma di osservarle secondo il *perspicere*, come facciamo tradizionalmente.

C'è di più: un fondamentale passaggio è offerto da ciò che oggi è chiamato *visual computing*, una soluzione hardware-software che mira a offrire tecniche nella direzione della sostituzione del numerico col visuale, permettendo di osservare la simulazione in luogo della computazione, null'altro che l'applicazione del concetto di visualizzazione scientifica ai metodi computazionali (GAIANI 2001B).

La visualizzazione trasforma il simbolico in geometrico, offre un metodo per vedere il nascosto, arricchisce il processo della scoperta scientifica e favorisce interiorità profonde e insospettite. La visualizzazione coglie sia l'esposizione delle immagini che le immagini di sintesi; per questo è uno strumento sia per interpretare le immagini dati generate in un computer, sia per creare immagini da complessi insiemi di dati multidimensionali. La visualizzazione studia quei meccanismi negli umani e nei computer che permettono, in conformità col modo di percepire, di usare e comunicare informazioni visive.

Le implicazioni sottese all'introduzione delle metodiche di computazione visuale sono profonde e sostanziali e oltrepassano non soltanto i problemi legati all'analogico, ma anche quelli legati all'epoca della prima informatizzazione. Non si tratta più di avere soltanto strumenti di ausilio (al pari di quello offerto dalle *maquet-*

*te* tradizionali), quanto piuttosto di poter trasferire l'intero ragionamento in forma digitale, e di averlo disponibile in modo visuale con accessibilità continua, nello spazio e nel tempo: sistemi dinamici e restituzioni di dati analizzabili con un semplice sguardo a opera anche di un operatore non esperto. Il modello non è più semplice prefigurazione, ma sistema manipolabile in grado di simulare il reale parallelamente al nostro lavorare su di esso, dunque strumento in grado di soddisfare ai requisiti di strumento creativo per il progetto, in modo assai più potente dei tradizionali modelli fisici.

Seguendo Claude Lévi-Strauss, i modelli sono "sistemi di simboli che tutelano le proprietà caratteristiche dell'esperienza, ma che, a differenza dell'esperienza, abbiamo il potere di manipolare". La manipolazione dei modelli è resa possibile dal fatto che sono costruiti in "laboratorio". Attraverso questo "esperimento sui modelli" riusciamo ad esaminare la reazione a certe modificazioni e a controllare perciò quegli aspetti del comportamento dei fenomeni che sfuggono all'osservazione empirica (LÉVI-STRAUSS).

I modelli digitali non solo sono costruiti in laboratorio, ma sono scomponibili secondo tutte le proprietà del reale, e visualizzabili come apparirà l'oggetto finale, senza scala e senza distanza di proprietà materica.

## Del volume e della pelle

---

L'operazione attraverso la quale visualizziamo i modelli 3D digitali viene chiamato enfaticamente *rendering* (GAIANI 2001C) ed è "l'insieme di operazioni necessarie per proiettare la vista di un oggetto o di una scena su un piano di quadro. L'oggetto è illuminato e la sua interazione con la sorgente di luce è calcolata per produrre una versione ombreggiata della scena" (WATT, p. 17). A partire da questo schema base il livello di realismo può spaziare da poligoni opachi ombreggiati a immagini che, per la loro complessità, si avvicinano alle fotografie.

In definitiva, la visualizzazione di un modello 3D digitale richiede una procedura articolata in due fasi:

- la modellazione: cioè la creazione di oggetti e scena, la definizione del punto di vista, la determinazione delle qualità superficiali di ogni oggetto;

- il *rendering*: cioè la creazione di un'immagine realistica a partire dai risultati di una descrizione geometrica, delle proprietà di riflettanza degli oggetti, applicando un determinato modello di illuminazione.

Entrambe queste operazioni, con le declinazioni a loro proprie, costituiscono feconde possibilità figurative e progettuali. Se ci sono ovvie quelle insite nell'operazione di creazione della geometria, del tutto analoghe a quelle in cui realizziamo le *maquette*, sconosciute e nuove sono invece le prospettive che offre la fase di *rendering*.

Per chiarire tale problematica prenderemo come riferimento Leon Battista Alberti, che ha formalizzato il problema della visualizzazione di un oggetto e del "modo" della sua rappresentazione nella parte terza del primo libro del *De pictura* (ALBERTI), proponendo un modello figurale che presenta forti similitudini con l'attuale schematizzazione computer grafica per la creazione d'immagini. Le superfici possiedono per Alberti due tipi di proprietà:

- "fisse" (perpetue): il loro contorno e la loro pelle, proprietà fisiche fisse della materia;
- "accidentali": ignote ai matematici ma di grande importanza per i pittori. Tali proprietà sono, a loro volta, dipendenti da due variabili: 1. la posizione nella quale un oggetto è collocato (e presumibilmente dal quale è visto); 2. la luce che colpisce le superfici.

Alberti non si limita a inquadrare i fondamentali problemi connessi con la giacitura di una superficie ma, soprattutto, insegna come un oggetto non sia definibile unicamente tramite il suo contorno, ma anche attraverso la tessitura della sua superficie, riducendo il contorno a scheletro.

In computer grafica, l'aspetto di un oggetto è restituito scomponendolo nel suo scheletro (*wireframe*) e nel suo rivestimento (*texture*): in ciò l'analogia con i modelli di Alberti è completa e ciò ne conferma la vastità e complessità, ma anche le implicazioni, non attuabili prima dell'invenzione del *visual computing*.

Infatti in un sistema digitale una *texture* non è un vettore geometrico, ma una tabella ordinata di toni di colore. Se la geometria, allora, esprime un ordine gerarchico attraverso l'organizzazione in parti composte semanticamente tra loro, le tattiche di ordinamento basate su forme non-geometriche hanno il compito di essere parimenti generative e leggibili.

Tramite il processo modellazione-restituzione, lo studio della leggibilità e visibilità si realizza anche mediante lo sviluppo dello spazio grafico, di uno "spazio liquido" composto da *texture field* e *pattern effect*, in una compenetrazione oggetto-rappresentazione reciprocamente produttore e che necessita di nuove specificazioni intenzionali per essere chiarita.

L'intenzionalità del designer risiede proprio nella volontà di risolvere queste non-univocità in funzione dell'idea che intende esprimere e del prodotto che desidera ottenere, riproponendo di continuo alla riflessione artistica, e alla visualizzazione tecnica, il problema dell'ambivalenza di ogni metodo di rappresentazione.

## Una costruzione semantica dei modelli

Un "sistema conoscitivo" può essere descritto come una collezione di oggetti strutturati, identificati attraverso un preciso vocabolario. È quanto mostrano, in architettura, le già citate tavole dei *Quattro Libri dell'architettura* di Andrea Palladio, che illustrano metodi e livelli di precisione nella restituzione del generale e dei dettagli, assieme alle modalità di ricomposizione delle parti che formano l'insieme e alle tecniche e al processo costruttivi. I modelli digitali – per natura intrinseca – sono strumento ideale di formazione di apparati concepiti non solo come figurazioni, ma anche come sistemi conoscitivi.

Se l'idea di modello come sistema conoscitivo è ormai alla base di tutti i sistemi di CAD meccanico, in tempi recenti, più autori, tra cui lo scrivente, hanno tentato la sua applicazione anche al design e all'architettura. Per comodità si seguirà dunque la procedura più nota. Diversi gruppi di lavoro da me coordinati e gli studenti dei miei corsi curriculari hanno realizzato modelli semantici usando un metodo di classificazione suggerito da Tzonis & Oorschot, e suddividendo differenti rappresentazioni dello spazio secondo il loro livello di "astrazione" (TZONIS 1987):

- il livello più astratto è il *clustering level* in cui ogni oggetto è descritto in termini di attività e localizzazioni;
- il secondo livello è quello *topologico*, che riguarda il modo in cui le varie ubicazioni sono collegate tra loro;
- il terzo livello è il livello metrico, che descrive il modo con cui le ubicazioni occupano lo spazio euclideo, la forma e la misura

delle ubicazioni. Alcuni possibili attributi formali che riguardano questo livello di astrazione sono: la distanza euclidea tra locazioni; le relazioni tra interno e superficie contenitrice esterna che ci forniscono l'indice di *densità* di una soluzione; la struttura di coordinazione metrica come griglie, coordinate polari o rettilinee; un preorganizzato sistema ordinato di elementi (come gli ordini dell'architettura classica o i prefabbricati industriali) che specifica gli elementi in accordo con gli attributi progettuali.

La costruzione di modelli è avvenuta quindi a partire dall'analisi e dalla composizione formale e strutturale degli oggetti (e del vocabolario che li nomina) organizzati in specializzazioni gerarchiche (la creazione di nuovi oggetti generali aggiungendo proprietà alla loro descrizione) e classificazioni di aggregazione (espressione dei metodi di *messa-insieme*).

La logica di base è stata quella descritta dalla "grammatica della forma" di George Stiny e William Mitchell (STINY 1979 e 1980), che a sua volta attinge a piene mani dagli studi di Aristid Lindenmayer (LINDENMAYER) sulle strutture vegetali e che ha un perfetto corrispondente nel metodo di analisi dell'architettura classica come sistema formale proposto da Alexander Tzonis e Liane Lefaivre (TZONIS 1986).

La tecnica della grammatica della forma, in analogia con la grammatica della combinatoria delle parole nel linguaggio naturale, costruisce forme attraverso una sostituzione ricorsiva di forme simboliche. Essa richiede uno stato di partenza, e un gruppo di predefinite regole formali, per determinare uno scopo chiaro e una struttura per esplorare le possibilità della configurazione formale (MITCHELL). Lo scopo è delimitato da un'evidente esposizione di primitive di forme simboliche, e da una chiara individuazione di operazioni che trasformano e combinano le forme simboliche. La struttura è definita dall'organizzazione, usualmente ad albero, delle regole formali, secondo i fini desiderati.

In quest'ottica, la modellazione geometrica è stata realizzata con una metodologia fondata, come unità base, sull'elemento architettonico o sulla parte semplice disassemblata con la geometria-base come sistemi primitivi. La base del sistema strutturale è stata posta a partire dalla nozione di struttura secondo Claude Lévi-Strauss, che prevede quattro condizioni:

1. "In primo luogo, una struttura presenta il carattere di un siste-

ma. Essa consiste in elementi tali che una qualsiasi modificazione di uno di essi comporti una modificazione di tutti gli altri".

2. "In secondo luogo, ogni modello appartiene a un gruppo di trasformazioni, ognuna delle quali corrisponde a un modello della stessa famiglia, in modo che l'insieme di tali trasformazioni costituisca un gruppo di modelli".

3. "In terzo luogo, le proprietà indicate qui sopra permettono di prevedere come reagirà il modello, in caso di modificazione di uno dei suoi elementi".

4. "Infine, il modello deve essere costruito in modo tale che il suo funzionamento possa spiegare tutti i fatti osservati" (LÉVI-STRAUSS).

Da un punto di vista semantico poi il modo con cui è aggregata una composizione grafica in elementi e sottosistemi determina il significato della composizione, allo stesso modo in cui il modo con cui esponiamo una frase determina il suo significato. Operativamente, il singolo elemento, interconnessione di primitive grafiche semplici, prodotto di più poligoni, ma definito come elemento base è stato descritto tramite un *database* contenuto nel software di modellazione che memorizza i singoli elementi e il loro modo di aggregazione. Gruppi base differenti sono stati aggregati in gruppi di livello superiore, disponendoli su livelli d'uso differenti in uno stesso file.

I medesimi gruppi infine sono stati raggruppati in file differenti ciascuno dei quali può essere elaborato unitamente o separatamente dagli altri usando uno strumento di referenziazione e di unificazione in un solo file che permette di aprire più file di modellazione in una unica sessione di lavoro. Infine più sessioni di lavoro formano l'oggetto completo.

## Dalla rappresentazione alla prototipazione

---

L'attributo fondamentale dei modelli digitali non è tanto l'essere simulazione fotorealistica del reale, o prefigurazione formale o mezzo di simulazione strutturale e/o funzionale, quanto il poter funzionare come veri e propri prototipi virtuali dotati di similarità comportamentale e prestazionale, prioritariamente topologica, geometrica e percettiva, in grado di permetterci di osservare, simulare e analizzare il progetto e i suoi comportamenti in modo assai migliore di quanto permettono le tecnologie analogiche sia nella

visualizzazione che nella base dati.

Le tecniche di prototipazione digitale consentono, infatti, di ottenere al tempo stesso modalità di rappresentazione percettive e concettuali, semplicemente variando gli attributi della scena o il mezzo di consultazione, con la possibilità di generare soluzioni non solo al problema della dimostrazione della “bellezza”, ma anche della funzionalità, fabbricabilità e analizzabilità di un oggetto (GAIANI 2002).

Le tecniche di *virtual design* possono rapidamente creare, a costo limitato, simulazioni interattive tra progettista e modello digitale in grado di permettere maggior controllo e possibilità di modificazione del progetto, visualizzando, interagendo e realizzando ambiti virtuali navigabili del progetto in ogni sua fase di avanzamento. Inoltre forniscono la possibilità di avere immediato *feedback* e riduzione dei tempi e dei costi di realizzazione del progetto.

La prototipazione digitale nel settore del disegno industriale e della progettazione meccanica – che per primi ne hanno fatto uso su vasta scala – sta rivoluzionando il modo in cui le case produttrici concepiscono, progettano e costruiscono i prodotti. Tramite la prototipazione virtuale, ingegneri e designer possono creare e modificare superfici realistiche, entrare in complessi modelli digitali, lavorare interattivamente con assemblaggi del prodotto, eseguire analisi computazionali e controlli d’interferenza sui progetti. Tutte queste funzioni sono fondamentali nel processo di sviluppo del prodotto, che può essere modificato e rializzato più rapidamente e con costi ridotti a una frazione rispetto a quelli propri dei modelli fisici. Rispetto ai prototipi fisici, quelli digitali sono generalmente anche più accessibili: Internet, in particolare, ne sta rendendo possibile l’accesso a distanza. Un prototipo digitale è più facile da riprodurre rispetto a uno fisico, poiché si tratta di copiare un file invece di fabbricarlo un altro. Nella valutazione di funzionamento i prototipi digitali possono essere considerati persino superiori alle loro controparti fisiche, e per questo possono essere usati come parte integrante, piuttosto che come conseguenza, del processo di progettazione. In altre parole, con gli strumenti di prototipazione digitale è possibile testare e identificare i problemi durante il ciclo di elaborazione concettuale invece che alla fine, effettuare test e analisi del tipo “che cosa accadrebbe se”, e analizzare il comportamento in modo impensabile con i metodi tradizionali.

Infine, i prototipi digitali consentono al progettista non solo di essere ideatore, ma di tornare “costruttore” della propria opera, giacché essi non solo rappresentano l’oggetto ideato, ma anche il codice che ne permetterà la realizzazione su macchine a controllo numerico. Fino a un recente passato, la progettazione avveniva dividendo nettamente la fase concettuale e creativa, realizzata secondo particolari canoni estetici e facendo ricorso a varie tecniche (matite, acquarelli, cartone, legno), dalla fase d’ingegnerizzazione o verifica della fabbricabilità, che avveniva separatamente ricominciando in pratica daccapo, infine dalla realizzazione che, addirittura, si serviva di differenti metodi e operatori. Questo schema è oggi sostanzialmente superato, al pari del semplice utilizzo del CAD, un mezzo che fornisce unicamente visualizzazione al fil di ferro, andando a ricomporre quell’unitarietà di teoria e prassi che, dacché ingegneri e architetti hanno separato i loro percorsi, è venuta definitivamente meno.

La messa in serie dei modelli consente poi la costruzione di strutture capaci di illustrare un sistema intrinsecamente spaziale come l’architettura, con una rappresentazione tridimensionale. Come ci ha chiaramente spiegato Abraham Moles, ancora prima della nascita dell’informatica della seconda generazione, la quantità delle informazioni in architettura aumenta a dismisura in presenza di forme descrittive di livello di iconicità più basso rispetto alla forma originale. Per questo restituire in forma 3D le architetture aiuta non solo alla loro visualizzazione, o alla conservazione delle informazioni a esse relative, ma è utile proprio a delimitarle, a renderle più facilmente organizzabili e chiaramente restituibili (MOLES 1972).

### **Manualità e immaterialità: progetti didattici per il *Visual Prototyping Learning***

L’introduzione della grafica informatizzata in tempi recenti ha spinto la riflessione teorica dell’ambito disciplinare del disegno a concentrarsi più sul modello (che racchiude in sé la dicotomia analogie-differenze tra disegno manuale e grafica vettoriale digitale), che sulla proiettiva. “La costruzione di questi modelli, che chiamiamo ‘informatici’ – ricorda Migliari – non è affatto automatica, essa ha origine nel pensiero del progettista ed è controllata

dalla sua abilità di plasmare le forme tridimensionali dell'architettura e di comporle insieme. Per queste ragioni, è necessario che la disciplina che insegna a costruire i modelli, cioè la Scienza della Rappresentazione, integri nel proprio corpus di teorie e di metodi operativi, le nuove tecniche informatiche" (MIGLIARI 2002, p. 7).

A ben guardare, tuttavia, la didattica del disegno dell'*industrial design* milanese, per la natura intrinseca del proprio campo d'azione, ha già tentato da diversi anni di spostare l'attenzione sui problemi della modellazione in quanto strategia creativa e conoscitiva. Si tratta di un tema/programma di insegnamento caratterizzato da una didattica di tipo induttivo, in cui i temi toccati riguardano essenzialmente due campi:

- il rapporto virtuale/materiale, ovvero le modalità delle nozze incestuose tra modello fisico (*maquette*, fotografia, ma anche semplice grafia) e modello digitale (riallacciandosi alla questione dei modelli in senso lato);

- il rapporto uomo/tecnologia, ovvero il problema non della tecnologia in sé, ma del suo impiego come strumento attivo per il progetto nell'ambito dei processi e delle procedure esistenti (riallacciandosi alla questione del "*ceci tuera cela*" di hughiana memoria). Il necessario supporto a questo programma didattico è stata la presenza di una serie di laboratori strumentali, in grado di fornire il substrato operativo e manuale all'approccio teorico e nozionistico e un forte grado di sperimentazione, secondo un modo proprio di tutte le grandi scuole di design, dal Bauhaus a Ulm.

Oltre a tradizionali laboratori per la costruzione di *maquette* fisiche, laboratori fotografici, spazi per gli allestimenti e aree per la sperimentazione ergonomica e illuminotecnica, il digitale ha però richiesto una nuova forma laboratoriale, che nell'esperienza milanese è stata chiamata di *Reverse Modeling & Virtual Prototyping*. Questa si propone come un insieme di spazi, attrezzature e risorse, rivolto alla formazione di un sistema polivalente la cui funzionalità di base è di fornire tutti gli strumenti necessari alla formazione nel processo di progettazione e formazione del prototipo digitale. L'idea di un Laboratorio di Prototipazione Digitale è differente da quella di un'aula didattica con computer in cui si possano tenere lezioni, ma anche da quella di una *virtual room*: in un'aula informatizzata è il computer o l'utilizzo di un singolo software l'oggetto dell'insegnamento, non il processo di produzione del

progetto dell'oggetto; in un *virtual center* si osserva un oggetto passivamente, non lo si crea, raramente lo si manipola, e anche quando lo si fa, in ogni caso, la modificazione è marginale.

Alla formazione di tale Laboratorio non è estranea l'intera la tradizione dell'insegnamento del secolo scorso in cui, come ci ricorda Maldonado, il computer mancava solo come presenza fisica, ma non certo come presenza virtuale preconizzata. "... nel nostro metodologismo ad oltranza, di cui già allora avevamo ravvisato l'implicazione negativa – c'erano anche intuizioni 'forti', intuizioni che lo sviluppo della tecnologia informatica, soprattutto dal 1963 in poi, ha confermato ampiamente" (MALDONADO 1984, p. 5).

L'introduzione di tecnologie di prototipazione digitale e di simulazione virtuale tramite modelli informatizzati ha poi spostato l'attenzione del percorso formativo del disegnatore industriale dal "risultato" al "processo", inteso come graduale formarsi di tutti i risultati possibili del *work-in-progress* che porta alla realizzazione dell'oggetto e alla gestione del processo produttivo, e di disseminazione dei risultati ottenuti.

In questo ambito, appare chiaro come la figura professionale che emerge sia quella legata alla produzione del progetto e alla progettazione con l'uso di metodiche di disegno virtuale in grado di gestire l'intero ciclo della progettazione, piuttosto che uno specialista negli specifici campi disciplinari in cui è suddivisa oggi la progettazione (dall'edilizia, all'oggetto di disegno industriale, all'arte). A essa occorrerà rivolgere i nostri sforzi, perché solo quando avremo completato questo ciclo formativo, sarà possibile condividere su vasta scala tutto un modo di pensare, concepire e progettare, in grado di sfruttare appieno le categorie mentali nuove e creative che ci offrono i modelli.

"Ogni modello concreto, per quanto sommario possa essere, – ci ricorda Jacques Guillerme, – appartiene al mondo delle creazioni fittizie; ce lo ricorda Vaininger, il quale si stupisce, nel 1913, che *Das Denken macht Unwege* (il pensiero procede per deviazioni) 'attraverso una falsificazione costante e progressivamente crescente della realtà'; il modello è un genere e un momento di questo discorso della finzione destinato, a sua volta, a entrare nella regola del discorso scientifico: l'oblio dell'immediato" (GUILLERME, p. 29). E questo è tanto più vero per i modelli digitali.

## Sul modello

**Marco Fasolo**

Il termine *modello* sino a ora è stato usato per definire, in ambito architettonico, sia l'oggetto rappresentazione di una realtà tridimensionale, cioè il plastico utilizzato dai progettisti per controllare le loro idee, sia il disegno intuitivo e, nell'ambito più specifico della Geometria descrittiva, il metodo di rappresentazione capace di trasformare le tre dimensioni della realtà nelle due dimensioni del disegno tecnico, conservando i caratteri metrici dell'originale: modello prospettico, assonometrico, in doppia proiezione ortogonale, in proiezione quotata. Solo ultimamente questo termine accompagnato prevalentemente da un aggettivo, *modello informatico*, è stato utilizzato per indicare la rappresentazione dell'oggetto studiato in ambiente CAD.

Il modello è, pertanto, esso stesso quell'insieme di operazioni atte a rappresentare in senso ampio un oggetto o un'idea e si manifesta come il connubio tra arte, scienza e tecnica.

D'altronde basta ricercare in un buon vocabolario d'italiano la voce *modello* per trovare la seguenti definizioni (*Vocabolario illustrato della lingua italiana* di G. Devoto e G.C. Oli, Milano, 1984): "1) L'oggetto o il termine atto a fornire un conveniente schema di punti di riferimento ai fini della riproduzione o dell'imitazione, talvolta dell'emulazione; 2) Costruzione che riproduce, di solito in scala notevolmente ridotta, le forme esatte e le caratteristiche di un'opera in fase di progettazione, a scopo illustrativo o sperimentale. Riproduzione in legno, gesso o materiale plastico di organismi o di loro parti, cui si ricorre a scopo didattico". E, ancora, sotto la voce *modellazione*: "messa a punto di uno schema, materiale o ideale, di punti di riferimento per l'esecuzione o la riproduzione di un oggetto".

Decio Gioseffi così sintetizza il pensiero operazionista di Dingler: "Prima della scienza (prima che qualsiasi processo conoscitivo in senso sistematico e metodico sia stato avviato) esiste da parte di un soggetto una decisione di raggiungere il dominio cosciente, concettuale e manuale della realtà" (GIOSEFFI, p. 58). Ma nell'individuo nasce anche la volontà di appropriarsi della non-realtà, da intendersi come qualcosa che al presente non è materialmente

espressa ma che è prossima a divenire, l'idea progettuale dunque, intesa come Modello che l'architetto ha in mente e che intende realizzare; per manifestare, dichiarare, questo programma, il progettista ha a disposizione vari modelli come sopra descritti.

Il modello (vedi a pp. 9, 10 il *Teorema fondamentale del Modello di architettura*) riveste pertanto quel ruolo atto a dialogare con l'architetto al fine di relazionarlo con la realtà sulla quale intende intervenire. E la geometria si configura come il giusto strumento idoneo a fornire quel controllo di forma e dimensione che viene esplicitato nelle varie forme della rappresentazione.

Scrivendo Orseolo Fasolo: "Un gruppetto di studenti sta intorno ad un tavolo, a scuola. Stanno studiando o cercando di studiare Geometria descrittiva. Li vedi lì – allucinati e preoccupati – arrabattarsi su figure, su disegni, più o meno complessi. A farli e rifarli cento volte. Quasi sempre scarabocchiando. Mai che tu veda prendere dei cartoncini, dei pezzi di legno, le matite stesse e cercare di 'materializzare' il problema che quei disegni risolvono. Tanto meno vedi circolare fra loro dei 'modellini' di compensato, di cartone, di plexiglass, di fil di ferro. Eppure quel 'modellino' dice tutto ed è quasi sempre estremamente semplice e conduce senza difficoltà alla soluzione grafica" (FASOLO, *Premessa*).

Potevano queste parole, scritte nel 1988 quando ancora non si era registrato l'avvento dell'informatica nel campo della didattica per l'architettura, essere indirizzate anche al modello informatico?

Penso proprio di sì.

Non c'è pertanto il "modellino" e staccato da esso le sue rappresentazioni, ma le rappresentazioni qualunque esse siano, formano, sono, il Modello. E ciò deve valere sia per un oggetto dato da indagare (rilievo), sia per un'idea da elaborare (progetto).

### Limiti del modello

Il modello così descritto può sostituirsi alla realtà?

Non penso che ciò possa avvenire completamente. Il modello può tendere al Modello inteso come Idea che il progettista ha *in nuce* nella sua mente o al Modello oggetto delle operazioni di rilevamento, ma esso, il modello, non potrà che avvicinarsi al Modello senza però potersi sostituire ad esso.

Ricordate quel *mythos* della mitologia greca che narra di una fan-

ciulla che per poter conservare il ricordo del suo amato, prossimo ad andare in guerra, delinea con un carboncino sul muro, sfruttando la sua ombra, il profilo del ragazzo? (Forse questo è il primo esempio dell'applicazione della schiagrafia, o studio geometrico delle ombre: *schiagrafia*, ovvero "disegno delle ombre", da *schìa*, "ombra", e *grafia*, "scrittura, disegno". Dalla schiagrafia nasce la pittura, da essa e dall'ottica nasce la scenografia cioè la prospettiva).

E ancora, nelle *Eroidi*, Ovidio narra la tragica storia di Laodamia e Protesilao e della lettera d'amore della ragazza al suo sposo partito per la guerra di Troia. Scrive Laodamia: "Tuttavia, finché come soldato impugnerai le armi in terra lontana, ho con me un'immagine di cera, che riproduce il tuo volto: a lei rivolgo tenerezze, a lei le parole destinate a te, è lei a ricevere i miei abbracci. Credimi, quell'immagine vale più di quanto appaia: aggiungi la voce alla cera, sarà Protesilao. È lei che contemplo e stringo al petto come se fosse realmente mio marito e con lei mi sfogo, come se potesse rispondermi. Giuro sul tuo ritorno e sul tuo corpo, che sono i miei numi, e sulle fiaccole unite del cuore e del matrimonio, e sulla tua testa – che possa vederla imbiancare per la canizie, e che tu possa riportarla indietro con te! – giuro che io ti raggiungerò, come compagna, ovunque tu sia chiamato, sia che ... ahimè, quel che temo – sia che tu sopravviva".

Ora entrambe le fanciulle mitologiche hanno il modello del loro amato, importante sì per poterlo ricordare e sognare, ma non hanno la possibilità di abbracciare realmente l'amato, di ricevere le sue carezze, i suoi baci, di sentire le sue parole e il suo odore. Queste particolarità le possiede solo il Modello e sono insite in esso, il modello, quantunque particolareggiato, si potrà avvicinare ad esso senza però poterlo mai raggiungere.

Non è mia intenzione riaprire in questa sede il dibattito che negli anni sessanta e settanta vide discutere illustri studiosi circa i limiti e l'efficacia delle rappresentazioni in architettura, basti ricordare le parole di Bruno Zevi: "dovunque esiste una compiuta esperienza spaziale da vivere, nessuna rappresentazione è sufficiente, dobbiamo noi andare, noi essere inclusi, divenire e sentirci parte e metro dell'organismo architettonico, dobbiamo noi stessi spaziare. Tutto il resto è utile didatticamente, necessario praticamente, fecondo intellettualmente; ma è mera allusione e funzione prepara-

toria di quell'ora in cui, con tutti noi stessi fisici e spirituali e anzitutto umani, viviamo gli spazi con un'adesione integrale ed organica. Che è l'ora dell'architettura" (ZEVI, p. 51).

È pur vero, però, che a proposito dei metodi di rappresentazione Migliari scrive "l'immagine prospettica non potrà mai esprimere compiutamente la luce, le emozioni, la dinamica dell'architettura [...] ma ciò non è necessario poiché tali aspetti dello spazio e perciò del progetto, hanno un solo possibile supporto, un solo possibile albergo e questo è il pensiero dell'architetto che dialogando con i disegni e le immagini, compone, ma dentro di sé, l'architettura nella sua pienezza di significati" (MIGLIARI 1983, pp. 163, 164).

## MI Il modello integrato

**Graziano Mario Valenti**

“Il Teorema fondamentale del Modello di architettura esplora le possibili rappresentazioni (**m**) dell’idea progettuale (**M**) e ne definisce le relazioni. [...] Tutte queste rappresentazioni (**m**) possono trasformarsi le une nelle altre, senza soluzione di continuità, in un processo a spirale che converge verso il Modello (**M**) e lo perfeziona, senza mai raggiungerlo” (vedi pp. 9, 10).

Il teorema elenca diversi tipi di modelli (**m**), taluni realizzati per mezzo della tecnologia informatica, altri con gli strumenti tradizionali. La sua enunciazione può destare perplessità: se da un lato il modello operativo proposto mostra delle indubbie valenze di carattere didattico, dall’altro sembra relegare in un ruolo di secondo piano i modelli informatici, che sono sovente l’unico obiettivo delle nuove generazioni. Ho sentito pertanto l’esigenza di lavorare su possibili interpretazioni del teorema capaci di conciliare una visione più radicale e sbilanciata verso l’esasperazione delle tecnologie informatiche, con una visione più tradizionale, tendente a recuperare l’uso dei modelli fisici. La soluzione di seguito illustrata lascia sostanzialmente immutato il Teorema fondamentale del modello e si limita ad accentuare i ruoli di taluni degli elementi in gioco.

### L’essenza della tecnologia informatica: elaborare l’informazione

Prima di inoltrarsi nella lettura di quanto segue, è necessario spogliarsi di ogni eventuale confine riduttivo nell’interpretazione della tecnologia informatica: in particolare, bisogna verificare che al concetto di tecnologia informatica non sia associato soltanto il personal computer, con le sue svariate ma comuni periferiche, bensì il complesso cosmo virtuale della elaborazione informatica, al quale sono già oggi connesse tecnologie e periferiche di gran lunga superiori a quelle che generalmente siamo abituati a considerare. Sicuramente oggi è più facile di qualche anno fa appropriarsi di una idea più ampia della tecnologia informatica: la crescita e la diffusione della rete Internet, sia nella struttura che nei servizi; l’evoluzione della telefonia mobile e la lenta ma inesorabile affermazione

della domotica, facilitano la comprensione di scenari più complessi, anche ai meno avvezzi al progresso tecnologico.

Tuttavia ciò non è ancora sufficiente: dobbiamo guardare verso tutte le strumentazioni che ci circondano, non solo quelle che caratterizzano la nostra quotidianità ma anche quelle presenti nelle altrui realtà; confrontando le une e le altre, potremo sintetizzare nuove idee di notevole interesse.

Una rapida ricognizione eseguita nella nostra abitazione dovrebbe portarci a comprendere come essa sia impregnata di micro controllori: piccole unità di elaborazione digitale. Sono presenti nei piccoli e grandi elettrodomestici e negli utensili elettrici; nell’impianto idraulico, termico ed elettrico; nell’impianto di sicurezza e telefonico; nella movimentazione delle porte e dei sistemi di risalita. Al di fuori della nostra abitazione la casistica si arricchisce esponenzialmente: è sufficiente attraversare la strada, prendere un mezzo di trasporto, entrare in un esercizio commerciale, osservare un’attività produttiva o partecipare a un evento espositivo, per continuare a percepire attorno a noi la presenza di sistemi che acquisiscono informazioni, le elaborano e ne restituiscono di nuove atte a produrre azioni che interagiscono con la nostra vita.

In diversi casi, questi micro controllori sono connessi fra loro e con sistemi di elaborazioni più complessi, configurando così una infrastruttura di elaborazione e comunicazione della informazione assai più grande di quella che oggi identifichiamo con la rete Internet, che in realtà è solo piccola parte di questa rete. La rete telefonica tradizionale, la rete telefonica cellulare, la rete satellitare, le intranet realizzate con cablaggi fisici o *wireless*, e ormai anche la rete elettrica, sono fra le più evidenti infrastrutture sulle quali attualmente viene condivisa l’informazione. Poiché esistono dei punti di contatto fra queste reti, nulla vieta di guardare all’insieme come a un unico sistema di elaborazione, ricco di periferiche di acquisizione e di rappresentazione.

Il quadro ora illustrato dovrebbe essere sufficientemente ampio per superare l’equivoco, ancora molto riscontrabile, che vede le uguaglianze *informatica = personal computer* e *potenzialità dell’informatica = funzionalità del software* sostituire quelle più congeniali di *informatica = elaborazione dell’informazione* e *potenzialità dell’informatica = potenziare la nostra capacità di elaborare l’informazione*.

Tuttavia, per comprendere meglio l'utilità che l'informatica potrebbe avere nella nostra quotidianità operativa, dobbiamo compiere un altro passo, abbandonando la lettura sincronica a favore di quella diacronica: osservandone perciò l'evoluzione sia nella forma fisica che virtuale e deducendone la elevata capacità di metamorfosi. In sintesi, non potremo operare con l'informatica nel modo più congeniale, se non comprendiamo che taluni limiti sono fittizi: esistono solo perché nessuno ha pensato di superarli. Quando il limite è reale (insufficienza di calcolo; incapacità di rappresentare) potrebbe comunque essere superato nel tempo.

### Cosa significa elaborare l'informazione?

L'elaborazione delle informazioni è dunque il processo centrale della tecnologia informatica: ma cosa significa elaborare l'informazione? Non è possibile, in questa occasione, rispondere alla domanda in modo esaustivo; tuttavia saranno esposte una serie di concatenazioni logiche che ci condurranno dall'impulso elettrico al modello digitale; concatenazioni che, a rischio di essere poco rigorose, saranno semplici e sintetiche.

Nei circuiti dei computer, è noto, circola esclusivamente corrente elettrica; altrettanto noto è che alla presenza o meno della corrente elettrica, sia possibile associare uno stato logico e rappresentarlo con un cifra binaria (0 = assenza di corrente; 1 = presenza di corrente). All'interno di un circuito, più stati logici possono essere letti parallelamente o sequenzialmente, detta lettura può essere considerata la rappresentazione di un numero espresso in base 2, quindi un numero binario. Grazie alle indicazioni fornite dall'algebra booleana è possibile realizzare circuiti elettrici capaci di modificare opportunamente lo stato logico rappresentato, ne consegue la capacità dei computer di operare con i numeri.

Per elaborare qualsiasi altro fenomeno – un testo, un'immagine o un suono – è necessario che esso sia rappresentabile per mezzo di un insieme numerico. L'operazione di conversione di un fenomeno fisico nella sua rappresentazione numerica, prende il nome di *digitalizzazione*, parola dietro cui si nascondono molteplici metodi di conversione, ognuno studiato in modo appropriato per il fenomeno da acquisire. Il cuore del processo della digitalizzazione è costituito dall'attività di campionamento, durante la quale, una o

più qualità del fenomeno sono misurate e la loro dimensione è conservata in forma numerica. La misurazione non avviene sulla totalità dell'oggetto di studio, ma su una parte che sia rappresentativa della totalità stessa (campioni), in modo che i risultati ottenuti siano generalizzabili.

La qualità colore, ad esempio, viene generalmente codificata per mezzo di un codice composto da tre byte (24 bit), ogni byte rappresenta l'intensità di una delle componenti di colore primario: rosso, verde, blu. Acquisendo, con uno scanner, un'immagine fotografica, altro non facciamo che campionare per un determinato numero di punti individuati sull'immagine il relativo tono di colore; otteniamo così un insieme numerico che potrà facilmente essere elaborato da un computer. Un modello dunque! Capace di conservare la qualità cromatica dell'immagine fotografica.

Gli insiemi numerici provenienti dalla digitalizzazione prendono il nome di *modelli numerici* e sono rappresentazioni "discrete" di fenomeni continui. Il termine *discreto* sottolinea la presenza del campionamento, stando a indicare che la continuità del fenomeno è stata ridotta a un insieme di elementi distinti e misurabili.

Gli architetti frequentemente si trovano a operare con modelli numerici, solitamente orientati a rappresentare qualità dello spazio. Sono modelli numerici: quelli provenienti dalle macchine fotografiche digitali o dall'acquisizione di fotografie per mezzo di scanner; i modelli digitali del terreno (DTM); le nuvole di punti provenienti dalla scansione tridimensionale dello spazio. Sono modelli numerici anche quelli, generalmente proposti in forma di tabella, che descrivono qualità come l'andamento della temperatura, dell'affluenza delle persone o dell'illuminazione in un dato luogo.

Così come abbiamo visto essere possibile associare un codice numerico a ogni punto campionato, per operare sulla digitalizzazione di un'immagine, è altrettanto possibile associare un codice a un'operazione o a un aggregato di operazioni che il computer ha la capacità di eseguire. L'organizzazione logica di queste operazioni è quotidianamente sotto i nostri occhi e prende il nome di software. Grazie a esso è possibile descrivere in ambito informatico modelli più articolati del semplice modello numerico, organizzando, in strutture gerarchiche, codici che definiscono oggetti, attività e valori.

Appartengono a questa categoria la maggior parte dei modelli che

sono quotidianamente utilizzati in ambito informatico. I programmi applicativi oggi disponibili richiedono di operare su aggregati di dati eterogenei descritti ognuno in molteplici qualità, la strutturazione del modello in livelli gerarchici più complessi del semplice modello numerico è dunque inevitabile. Pensiamo, ad esempio, alle informazioni che sono contenute in un articolo scritto con un *word processor*: oltre ai caratteri digitati è necessario strutturare le informazioni relative alla formattazione del testo e dei singoli caratteri, l'eventuale collegamento di immagini e la descrizione delle immagini, e ancora l'inserimento di note con i relativi riferimenti dei rimandi e così via. Tutto ciò è codificato e memorizzato in forma di codice numerico ma, secondo logica appropriata, questi codici verranno interpretati di volta in volta come oggetti (lettere dell'alfabeto), attività (istruzione di formattazione) o valori (dimensione del margine della pagina).

Fra questo genere di modelli informatici si distinguono i modelli vettoriali o matematici, che trovano uno dei principali campi di applicazione nei programmi dedicati alla modellazione di forme geometriche, sia nello spazio tridimensionale che bidimensionale. Nei modelli vettoriali i codici numerici sono organizzati per descrivere informazioni quali: le forme geometriche presenti nel modello (ad esempio, il cerchio), le dimensioni da associare alle forme (ad esempio, centro, raggio, orientamento), le informazioni qualitative utili per la loro rappresentazione (ad esempio, colore). Non vi è limite alla complessità della strutturazione gerarchica delle informazioni: basti pensare che, allo stato attuale, quasi ogni applicativo consente di inserire la propria struttura dati all'interno di quella di un altro applicativo, configurando scenari sempre più complessi.

Al termine di questa sintetica panoramica sui modelli informatici, possiamo dunque affermare che elaborare l'informazione significa eseguire calcoli e confronti logici su insiemi di dati omogenei (codici numerici), che sono rappresentazione di fenomeni eterogenei.

### Il computer come strumento di integrazione

In questa semplice affermazione si delinea, forse, la maggiore potenza della tecnologia informatica: la capacità di operare in modo integrato su fenomeni eterogenei. Questo comporta due conseguenze di elevata portata: la prima è la capacità dell'elaborazione

di generare nuovi modelli sintetizzando le qualità estratte da altri; la seconda è la possibilità di concepire un modello come "insieme" di modelli integrabili.

Prende dunque forma il concetto di *modello integrato*, **MI**, che, in prima istanza, possiamo associare a un *database*, inteso nell'accezione più larga – una struttura logicamente organizzata di dati digitali, rappresentazioni di qualità eterogenee – ma che, nel seguito del nostro ragionamento, avrà un significato molto più ampio.

È importante sottolineare la capacità di crescita del modello integrato: i modelli acquisiti per mezzo della digitalizzazione e quelli prodotti dalle elaborazioni convivono nella medesima base dati e, con criterio, possono essere fra loro sintetizzati con continuità, generando così nuovi modelli a loro volta utili ad ampliare la base dati; il processo descritto richiede generalmente una ridotta alimentazione dall'esterno (modelli digitalizzati) nutrendosi per la maggior parte del prodotto generato dall'elaborazione (modelli sintetizzati), abilmente e creativamente condotta dall'operatore.

Se **MI** è il modello integrazione dei modelli (**m**) che descrivono qualità del Modello ideale (**M**), appare evidente che al crescere della base dati aumenta la capacità di **MI** di rappresentare **M**.

Con riferimento al Teorema fondamentale del Modello, potremo riconoscere **MI** nell'insieme (vortice) in cui si confondono gli **m**.

**MI** è dunque modello somma di tutte le informazioni integrabili e si pone fra gli **m**, rappresentazioni parziali delle qualità del modello, e **M**, il Modello ideale che con **MI** si vuole rappresentare.

### Il luogo del modello

Il processo logico fin qui seguito sembra evidenziare e nel contempo relegare il modello integrato **MI**, e la possibilità di operare con esso, nello spazio dell'elaborazione informatica, spazio che non è confinato nei limiti fisici del singolo computer ma, grazie alla connettività, si estende in modo pressoché incommensurabile attraverso tutte le memorie, i processori e le periferiche che alle reti sono logicamente connesse.

In realtà non è così: l'elaborazione informatica, come abbiamo sottolineato all'inizio, può attingere informazioni dal mondo reale e restituirle in esso dopo averle elaborate; lo spazio interessato dalle periferiche di acquisizione (*input*) e rappresentazione

(*output*) delle informazioni può essere considerato un **m** fisico che partecipa alla definizione del modello **MI**. Lo spazio dell'elaborazione non è dunque solo quello virtuale, definito da William Gibson con il termine di *cyberspace*, è anche costituito dalle qualità dello spazio reale, che acquisite e/o trasformate più o meno frequentemente, entrano a far parte del vortice evidenziato nel Teorema fondamentale del Modello.

## Sul connubio fra reale e virtuale

Affinché esista un vero connubio fra reale e virtuale, il processo di acquisizione e di rappresentazione deve ripetersi nel tempo, altrimenti il ruolo del modello fisico verrebbe sostituito dal relativo modello digitale. Questo non significa che tutte le acquisizioni devono ripetersi nel tempo, ma che solo quelle che si ripetono nel tempo configurano un modello integrato capace di descrivere in modo aggregato informazioni che appartengono tanto al virtuale quanto al reale.

Leggendo nella chiave della continuità i flussi indicati nel Teorema fondamentale del Modello, ed evidenziando la presenza di **MI** come entità generata dall'integrazione dei modelli, si ottiene una generalizzazione del teorema che ne amplia notevolmente il campo di applicazione.

Si pensi, ad esempio, alle più avanzate sperimentazioni nel campo delle architetture interattive: in esse lo spazio architettonico reale viene continuamente digitalizzato in alcune delle sue qualità; i dati acquisiti, i modelli **m**, diventano parte di un modello più ampio **MI**, trasformandolo; infine, periferiche che generalmente non siamo abituati a considerare tali, riproducono **MI** modificando, nelle medesime qualità acquisite o in altre qualità, lo spazio reale.

## Sul valore di MI

L'esempio illustrato suggerisce nuovi interrogativi, sui quali è opportuno riflettere e ai quali è necessario rispondere.

In passato, l'architetto focalizzava nella mente il Modello di progetto (**M**) e ne rappresentava le qualità attraverso la produzione di **m** (modelli grafici, plastici, calcoli, ecc.). L'architettura realizzata ambiva a essere la migliore rappresentazione reale di **M**, il Modello mentale del progetto.

Nel progetto di un architettura interattiva alcune qualità, come la forma e la funzionalità del Modello **M**, possono essere dinamiche, pertanto l'edificio architettonico, per quanto lungamente fruito, non è la migliore rappresentazione di **M** ma solo parte delle rappresentazioni di **MI**.

Poiché **MI**, abbiamo detto, può comprendere il modello architettonico, mentre non è vera la condizione opposta, è facile dedurre che il miglior modello di **M** è proprio **MI**.

Quanto illustrato per il "progetto" è altrettanto vero se riferito all'attività che generalmente viene vista come processo opposto, nella quale grazie all'analisi dell'oggetto si arriva a comprendere il progetto: il rilievo architettonico. Oggigiorno la conoscenza di un edificio, per mezzo del rilievo architettonico, è ampiamente supportata dalla tecnologia informatica; le informazioni raccolte vanno ben oltre la qualità geometrica e dimensionale; tutti i dati raccolti sono conservati in *database* che sono destinati ad assomigliare al modello integrato **MI**. Anche in questo caso non è difficile comprendere come **MI** possa diventare modello esplicativo dell'edificio, più completo dell'edificio stesso. **MI**, infatti, oltre a contenere nella sua struttura il medesimo edificio, può contenere molteplici altre informazioni che non si possono evincere dalla semplice osservazione dell'edificio; come, ad esempio, la storia, l'analisi statica e dei materiali, il degrado e via dicendo.

Esiste, infine, un'ulteriore considerazione da fare, che potrà sembrare contraddittoria ma che tale non è. Fino ad ora abbiamo sempre parlato di **MI** come modello che ambisce a rappresentare **M**, il Modello di riferimento per eccellenza: il Modello ideale. Possiamo pensare che **M** sia invece un **m**, rappresentazione mentale di un modello che esiste solo nel momento della sua definizione, cioè esiste in **MI**?

Se tentiamo di risolvere la questione, valutando il "progettare" o il "rilevare" nell'operato di una singola persona, non troveremo facile risposta; se consideriamo invece uno scenario più ampio, nel quale interagiscono diversi progettisti, anche geograficamente situati in località distanti, appartenenti perciò a culture e civiltà diverse, è più semplice intravedere la possibilità che gli **M** dei singoli progettisti possano essere considerati degli **m**: parziali rappresentazioni mentali di un modello di progetto che trova la sua unica definizione in **MI**, integrazione degli **m** di ogni genere.

## Per una Teoria del rilievo architettonico

**Riccardo Migliari**

Cos'è il rilievo architettonico? Come ho già scritto più volte, mi sembra che il modo migliore per definire questa importante attività dell'architetto che si occupa di edifici storici sia rispondere: è la ricostruzione del progetto.

Certo questa definizione può apparire semplicistica, ma ha il vantaggio di essere immediata. Il rilievo, infatti, è evidentemente un processo inverso, nel quale, a partire da un manufatto esistente si ricostruiscono gli elaborati necessari per realizzarlo, così com'è ora, e si interpreta l'idea progettuale, che quasi sempre non coincide esattamente con la sua realizzazione.

E qui sta il punto debole della mia definizione. Un edificio storico, infatti, è il risultato di una stratificazione a volte secolare di interventi e di intenti progettuali, non è mai il risultato di un ciclo breve e concluso in se stesso, come avviene in un edificio di recente realizzazione. Ma io credo che la definizione possa essere ancora valida se si dà al progetto il senso della sua storia, cioè di quella evoluzione continua alla quale ho fatto cenno. Tuttavia questa precisazione non basta. Ce n'è un'altra, da fare, assai più importante. Il progetto è un modello: il modello dell'idea progettuale. Come tale è già esso stesso una approssimazione, che non può definire l'opera compiutamente in tutti i suoi aspetti, non fosse altro perché è di molto più piccolo del vero. Inoltre, la realizzazione è una approssimazione del progetto, nella quale l'intervento delle maestranze, la loro autonoma creatività, l'impossibilità di creare forme perfette, come invece si può teorizzare sulla carta, inducono modifiche a volte sostanziali, nonostante le cure del progettista questa volta nel ruolo di direttore dei lavori di costruzione.

Da ultimo bisogna osservare che il progetto è un modello discreto e non continuo, un modello cioè che descrive l'opera solo parzialmente in modo esatto. Questa descrizione è esatta nei numeri che indicano le misure da rispettare e che riguardano solo parte dell'edificio, essendo ovviamente impossibile descriverlo nella sua continuità di oggetto fisico realizzato. Il modello è esatto anche quando identifica forme geometriche pure, come il cilindro di una volta

botte o la sfera di una cupola, ma anche questa descrizione non può essere applicata a tutte le parti della fabbrica.

Dunque possiamo distinguere, nel progetto di un edificio, due momenti essenziali: quello di una prefigurazione ideale, continua, completa e perfetta, come solo può essere un'idea, e quello di una prefigurazione visibile, fatta di disegni, quote e plastici, prefigurazione che è discreta, discontinua e imperfetta.

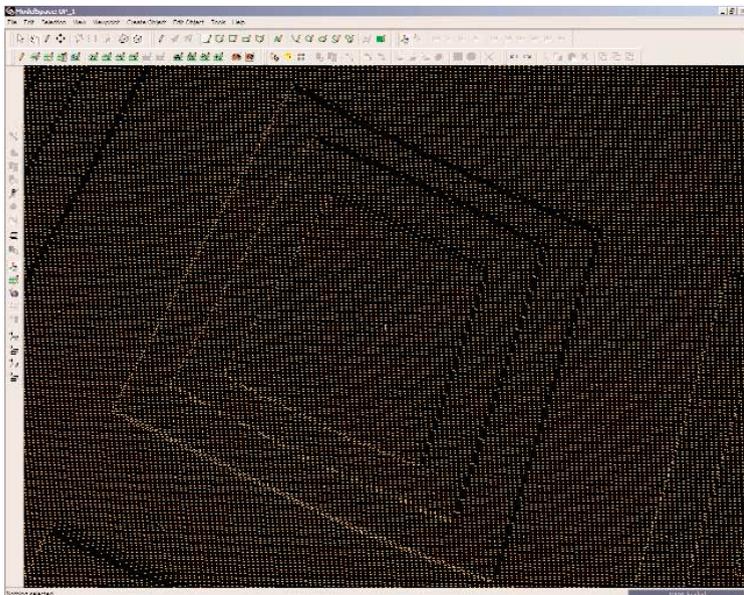
Allo stesso modo io credo che il rilievo architettonico possa articolarsi in due momenti distinti: quello in cui dall'opera viene desunto un modello numerico, discreto, discontinuo e imperfetto, e quello in cui dal modello numerico viene desunto, se è possibile, un modello matematico, continuo e perfetto, che cerca di raffigurare l'idea progettuale. Questi due momenti possono essere applicati alle fasi evolutive dell'edificio, dalla sua prima concezione allo stato di fatto attuale, naturalmente non senza una approfondita ricerca di natura filologica.

Ma è qui necessaria una ulteriore e importante precisazione. Il modello numerico, una volta che siano state accuratamente descritte le modalità della sua acquisizione, può essere considerato come un dato oggettivo. Queste modalità consistono nella definizione ragionata delle tolleranze, delle parti dell'edificio che vengono assoggettate alle osservazioni, delle procedure adottate. L'acquisizione dei dati perciò assume un carattere sperimentale e come tale questa fase deve possedere i requisiti della ripetibilità e della pubblicità degli esiti, che sono tipici della esperienza scientifica. Al contrario, la deduzione del modello matematico dal modello numerico è frutto di una interpretazione e non è ripetibile a meno di non assumere le medesime ipotesi interpretative.

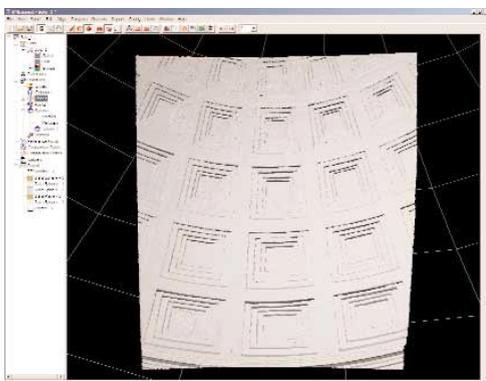
Cercherò ora di chiarire quanto ho esposto in linea teorica con alcuni esempi.

Supponiamo di aver identificato sull'edificio tre punti e di aver misurato questi tre punti mediante alcune semplici trilaterazioni.

Se avremo cura di descrivere lo strumento usato per la misura, la sua accuratezza e gli altri parametri dell'acquisizione, è lecito immaginare che un altro operatore, chiamato a compiere le medesime operazioni a breve distanza di tempo e con i medesimi strumenti, troverà il medesimo risultato. Potremo dunque dire di avere un modello numerico di quella piccola porzione dell'edificio osservato. Ma per dare forma e continuità al nostro modello, in mo-



35. Frammento della nuvola di punti che costituisce il modello numerico dell'intradosso della cupola del Pantheon (Roma).



36. Modello *mesh*, cioè poliedrico, di una parte dell'intradosso della cupola del Pantheon (Roma).

do da renderlo visibile, in una pianta, ad esempio, saremo indotti a collegare i tre punti con una figura geometrica. Ora, i tre punti in questione, saranno certamente non allineati, perché per esserlo dovrebbero essere descritti da misure esatte, cosa che, notoriamente, non è possibile nel mondo fisico. Perciò sussistono almeno due modelli matematici disponibili a interpolare i punti in questione per restituire la continuità dell'opera: la retta e l'arco di circonferenza. E qui interviene quella interpretazione che distingue il modello numerico dal modello matematico.

Vorrei ora applicare le medesime considerazioni a un esempio meno banale: l'intradosso della cupola del Pantheon, in Roma.

Con uno scanner 3D, basato su tecnologia laser, capace di una accuratezza pari a  $\pm 4$  mm sulla distanza, abbiamo acquisito una nuvola di punti che descrive numericamente l'intradosso (figg. 35, 36). Questo modello è oggettivo, nel senso che, se le misure fossero ripetute con uno strumento di analoghe prestazioni, è ragionevole credere che restituirebbero il medesimo risultato. Ma questa descrizione è una mera raccolta di coordinate tridimensionali, peraltro affette da una incertezza nota, e nulla ci dice ancora sulla forma dell'intradosso, cioè sulla idea progettuale.

Le pagine dei libri di storia, tuttavia, esaltano la perfezione di questa forma, riconoscendo in essa una semisfera perfetta.

Potremo dunque assumere la sfera come figura adatta a interpolare i punti, accettando una interpretazione che è ampiamente avvalorata dalla critica.

E interpolando i dati del modello numerico con una sfera si ottiene appunto il risultato presentato qui accanto (fig. 37).

In passato il rilevatore doveva, a questo punto, accontentarsi di questa verifica empirica, ma la tecnologia informatica ci offre oggi anche altre possibilità, come quella, notevolissima, di misurare gli scarti tra il modello sperimentale (numerico) e quello ideale (matematico). Questa prima analisi evidenzia che:

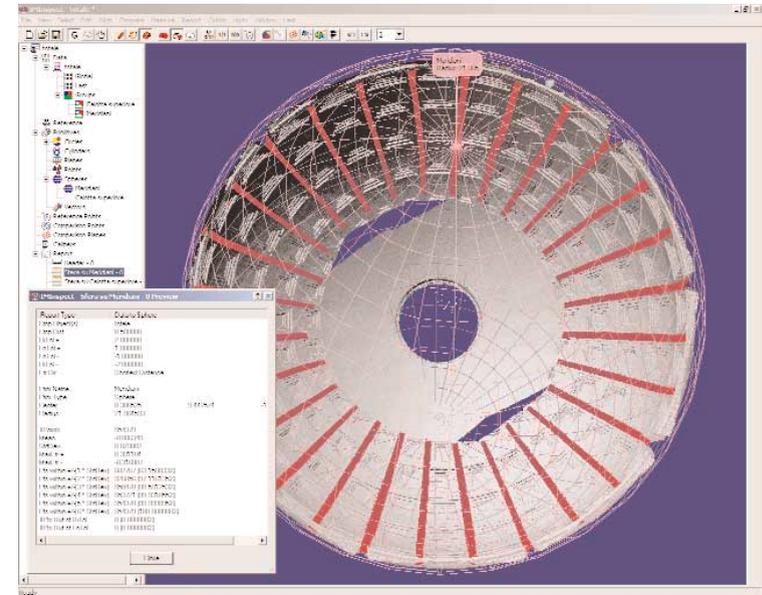
- sono stati presi in considerazione 954.379 punti appartenenti alle fasce comprese tra i lacunari,
- il raggio della sfera ideale che interpola questi punti misura m 21,964593, il che porta il diametro della sfera idealmente inscritta nella sala a 43,92 m, pari a piedi 148 (con piede di 29,67 cm);
- la deviazione standard è pari a 0,079002 m, cioè circa 8 cm; ciò significa che se assumessimo la sfera ideale in luogo di quella

- sperimentale, quale modello dell'intradosso della cupola, commetteremmo in media un errore di 8 cm;
- il 63% dei punti si trova all'interno della deviazione standard; in altre parole, se costruissimo non una semplice sfera, ma un guscio formato di due strati, spesso 8 cm, questo conterrebbe il 63% dei punti rilevati;
- il 97% dei punti si trova all'interno del doppio della deviazione standard, cioè in un guscio spesso 16 cm;
- il 99,6 % dei punti trova posto in un guscio spesso il triplo della deviazione standard, cioè 24 cm.

Davvero non male per una cupola più grande di quella di San Pietro! Ma non è questo il punto. Ciò che interessa è che il modello matematico che abbiamo costruito e confrontato, sia pure sommariamente, con il modello sperimentale, ha una affidabilità nota e misurata, verificabile. Anzi certamente da verificare perché una sola misura, se è sufficiente per esemplificare un principio teorico, non è certo sufficiente per suffragare una ipotesi.

Dunque, mentre sulla scorta di un rilievo tradizionale avremmo potuto dire che l'intradosso della cupola del Pantheon è una sfera, sulla scorta di un rilievo scientifico possiamo dire che è una sfera, che nel 99 per cento dei suoi punti si discosta non più di 24 cm dalla forma ideale.

In altre parole, possiamo dire che la superficie dell'intradosso della cupola del Pantheon è una sfera, fino a quando qualcuno non troverà un modello che si avvicina alla forma sperimentale con scarti minori di quelli da noi misurati.



37. Modello dell'intradosso della cupola del Pantheon (Roma). Le zone rosse sono quelle selezionate per fornire i punti da interpolare con una sfera.

# Modello.

## Verso una logica della simulazione

Antonino Saggio

L'accelerazione del mondo tecnologico nell'ultimo decennio ha prodotto tante e tali novità che le loro potenzialità sono difficili da padroneggiare e comprendere. Disponiamo di strumenti che sono in grado di amplificare sostanzialmente il processo di generazione, controllo e verifica delle scelte; non più nell'isolamento del proprio *atelier*, ma in contatto con l'insieme degli attori che contribuiscono alla pianificazione, alla progettazione e alla gestione di un edificio. Sono esperienze che è necessario diffondere e analizzare anche al di fuori dell'ambiente degli specialisti di informatica al fine di colmare il divario tra quello che è *possibile fare* con i computer e quello che la maggioranza dei ricercatori e dei professionisti dell'architettura è concretamente in grado di fare. Comprendere in che direzione muoversi e come applicare concretamente le potenzialità dell'informatica richiede però una volontà di aggiornamento culturale da parte degli addetti ai lavori di architettura.

### Introduzione

Chi si avvicina all'informatica è in genere interessato a ricavarne una serie di vantaggi pratici (la duplicazione e la facilità di manipolazione dei grafici, l'accesso a banche dati, la visualizzazione tridimensionale, la trasmissione via modem e innumerevoli altri). I dati contenuti nella raffigurazione elettronica di un progetto non sono più rigidi (come nei supporti tradizionali) ma sono facilmente modificabili. Mentre questo aspetto è di facile comprensione, più lenta è la consapevolezza che la novità non consiste tanto nella facilità del "cambiamento" quanto nel fatto che le informazioni assumono una connotazione "dinamica": i dati elettronici possono cioè venire manipolati non soltanto nella loro singolarità, ma soprattutto nelle loro relazioni di insieme. Per fare un esempio, cambiare lo spessore di un muro in una appropriata raffigurazione elettronica di un progetto comporta la verifica simultanea sul co-

sto, sui valori termici, sulla penetrazione della luce, sull'immagine interna ed esterna, proprio perché il parametro "spessore" può essere legato interattivamente a molti altri.

Gli elaborati che descrivono un progetto tendono così a essere organizzati in un "modello": in una struttura, cioè, che (come nelle equazioni matematiche) formalizza delle *relazioni* tra incognite. La verifica dei risultati può essere compiuta più e più volte attribuendo dei valori specifici (che poi sono le ipotesi di progetto) alle incognite. Questa potenzialità spinge il progettista a iniziare a padroneggiare, anche nel campo della progettazione, una "filosofia della simulazione": ossia a usare il progetto non solo per raffigurare, decidere e descrivere, ma come una struttura che di volta in volta "simuli" il comportamento del sistema edificio.

Le ricadute di questa filosofia della simulazione strutturano il breve percorso che ci ripromettiamo di fare e che, per agilità espositiva, dividiamo nelle aree *quantitativa*, *semantica* e *spaziale-costruttiva*. Mentre delle prime due tratteremo solo per brevi cenni, sull'ultima ci soffermeremo con più attenzione.

### Le quantità e i *worksheets*

L'area quantitativa (originariamente unico appannaggio dei calcolatori) ha avuto un impetuoso impulso con l'invenzione, nella seconda metà degli anni settanta, del *worksheet* (un ambiente in cui è possibile legare con relazioni matematiche anche molto complesse i dati numerici contenuti nelle celle di un tabulato) che permette il costante aggiornamento di tutti i valori al solo variare di un dato.

Questa invenzione ha comportato conseguenze in un campo vastissimo di attività: da quello finanziario a quello edilizio. Soprattutto ha rappresentato l'avvento di un modo generalizzato di pensare *What ... if* ("Cosa" accade nel mio modello "Se" si varia il costo X o la quantità Z a tutte le parti che sono da queste dipendenti?). Tale potenzialità di simulazione investe il lavoro del progettista nei campi della programmazione, dei calcoli, dei costi-benefici e, naturalmente, nei computi estimativi.

Per fare un esempio, è possibile creare in un *worksheet* un modello matematico di un edificio da restaurare con una impostazione di costi-benefici. In questo caso si renderanno espliciti (anche in

maniera molto schematica) non solo i costi delle possibili operazioni edilizie (come abitualmente viene fatto) ma anche i presumibili benefici, sia dal punto di vista diretto che da quello indotto: è un processo importante perché “relativizza” le opinioni obbligando chi è coinvolto nell’operazione (municipalità, sovrintendenze, progettisti, clienti e via dicendo) a rendere quantizzabili dei parametri di giudizio.

Un modello di questo tipo diventa uno strumento per orientare le scelte: si potrà vedere, ad esempio, che il ripristino di un infisso con un tipo o un altro di profilato ha ricadute sia sul costo stesso sia sui benefici (termico, funzionale, di immagine) perché, appunto, ognuno degli attori coinvolti formalizza un valore alle soluzioni alternative. Quando le possibilità sono molte e il bilancio limitato si dovranno fare delle scelte di compromesso sulle singole operazioni al fine di raggiungere la migliore soluzione complessiva, ma una cosa è avere sotto controllo l’insieme interagente e dinamico di tutte le scelte, un’altra vedere ciascuna singolarmente. Il modello verrà usato più e più volte al fine di trovare la soluzione complessivamente migliore.

Creare un modello come questo è tecnicamente molto semplice (richiede forse solo poche ore di studio) ma le potenzialità sono enormi. Chi scrive lo ha verificato in un’occasione in cui bisognava sondare tre ipotesi alternative (riuso, restauro conservativo, edificio *ex novo*) per una casa per anziani nel Lazio, ma chiunque abbia esperienza concreta può trovare decine e decine di casi di applicazione.

Un *worksheet puro* (come *Excel* o *Lotus*) non contiene informazioni grafiche (che descrivono ad esempio una pianta), ma unicamente delle quantità, e consente quello di cui abbiamo sopra trattato. Naturalmente un modello elettronico costi-benefici diventa ancora più interessante quando le quantità sono legate direttamente a delle informazioni grafiche. Questa potenzialità consente l’estendersi della simulazione per le strutture, per gli impianti, per la luce, l’acustica, ecc. Sono possibilità legate all’esistenza di programmi specifici (originati dal quel rivoluzionario programma Mac che si chiamava *Filevision*) che consentono di legare grafici e numeri in maniera da immagazzinare molte informazioni (dimensioni, caratteristiche, costi), accedendo di volta in volta agli ambienti o alle parti dell’edificio che li riguardano. Nel caso di *Filevision* le infor-

mazioni grafiche e testuali non erano dinamicamente legate le une alle altre (le dimensioni di un ambiente devono essere inserite manualmente) ma una reale interattività è consentita dai quei programmi CAAD (*Computer aided architectural design*) che hanno un *worksheet* integrato (*ArchiCad* ad esempio, ma soprattutto *Minicad* oggi *Vectorworks*). In questo caso le informazioni grafiche (le dimensioni di un ambiente, ad esempio) sono lette e inserite automaticamente in un *worksheet* che, ad esempio, descrive un modello complesso di costi-benefici. A questo punto la logica di simulazione compie, come dovrebbe essere ovvio, un salto decisivo (modificare il grafico si ripercuote nel modello matematico e in tutte le sue interconnessioni).

### I pareri e gli *expert-system*

Veniamo ora, altrettanto brevemente, a parlare della seconda area di simulazione: quella semantica. L’idea, in questo caso, è quella di condensare in un programma l’insieme variegato e complesso di conoscenze e saperi di un professionista “esperto” e quindi di fornire suggerimenti e indicazioni su come risolvere determinati problemi del progetto attraverso l’interrogazione all’*expert system*. Introdotto nel settore della medicina (da una serie di sintomi, e con domande poste dal programma, il calcolatore elettronico elabora una diagnosi e una terapia) questo campo di studio si è orientato successivamente anche verso la progettazione edilizia. Negli ultimi anni vi è stata una evoluzione verso sistemi più flessibili e problematici quali i *Design Support Systems* che si avvicinano a una filosofia della simulazione. Essi permettono di operare all’interno di scelte complesse di volta in volta diversificate e governate dalle necessità di chi opera attraverso un accumulo di nuove conoscenze. Ma, mentre il caso costi-benefici precedentemente descritto (sia unicamente sviluppato in un *worksheet* che in un *worksheet* dinamicamente legato a un CAAD) è facilmente sviluppato da un progettista, un *expert system* (che richiede lavoro e competenze professionali per la sua efficiente creazione) è semplicemente “usato” in una maniera non molto diversa da quello che si fa parlando con un esperto.

Una linea di sviluppo, consente l’utilizzo di moduli esperti all’interno di un proprio disegno elettronico.

## Area spaziale costruttiva e strutture gerarchiche

Ma veniamo ora all'area centrale di questo intervento, che abbiamo chiamata *spaziale-costruttiva*. Su di essa bisogna dilungarsi di più, data la rilevanza che assume per lo sviluppo di progetto, e anche perché, una volta comprese le potenzialità, il suo utilizzo nella prassi di documentazione, analisi critica e sviluppo di un progetto può essere immediata.

Ci interessa porre l'attenzione in particolare sulle cosiddette *strutture gerarchiche* (SG) che, mutate dai programmi che operavano solo su costosi calcolatori, oggi caratterizzano molti programmi CAAD anche a livello di personal computer (come *AutoCad* in particolare in *Architectural Desktop*, ma anche *VectorWorks* o *Stratavision*).

Le strutture gerarchiche sono importanti perché consentono di avere delle *relazione dinamiche* tra i dati che descrivono su tre dimensioni un progetto. La possibilità della simulazione in questi ambienti affronta di conseguenza l'organizzazione spaziale e costruttiva, funzionale e formale (e non solamente quantitativa o semantica) del progetto.

### MECCANISMO DELLA STRUTTURA GERARCHICA

L'uso delle strutture gerarchiche richiede la rappresentazione di un progetto scomponendolo nelle sue parti. La prima nozione che bisogna avere presente quando si lavora in questo ambiente è la differenza tra *primitive* (primitivo), *instance* (esempio), *object* (oggetto) e *class* (classe). I primitivi non sono altro che volumi che sono "normalmente" creati in un CAAD e corrispondono, in un ambiente non gerarchizzato, all'intero modello. Immaginiamo invece che, in una struttura gerarchica, un primitivo sia un prisma che denominiamo *pilastro*, un secondo primitivo una *lastra di vetro*, un terzo un *pannello di marmo*, e così via per il *profilato di un infisso*, l'elemento *solaio* o la *copertura*. Ogni primitivo viene modellato in un proprio ambiente distinto dagli altri e può avere attribuito un nome convenzionale. L'aspetto fondamentale di un sistema gerarchico è che i primitivi possono essere combinati l'uno con l'altro per determinare appunto degli oggetti. Ricorrendo al caso più semplice il primitivo *vetro* e il primitivo *profilato* quando sono inseriti nell'oggetto *finestra* diventano delle *instances* e cioè degli esempi, dei simboli, delle ricorrenze del primitivo. Mentre le *in-*

*stances* possono essere duplicate e parametricamente manipolate, le modifiche delle loro proprietà geometriche, come l'aggiunta di un volume o il cambiamento di un parallelepipedo in un cilindro possono avvenire solo al livello del primitivo. Non solo, quando l'oggetto finestra è a sua volta inserito nell'oggetto *primo piano* (corrispondente a un livello gerarchico più alto e quindi a una classe diversa) esso sarà trattato a sua volta come *instance* e le reciproche relazioni spaziali tra profilato e vetro potranno essere manipolate solo al livello della loro prima combinazione. Questa, che appare a prima vista una limitazione, nasconde la forza innovativa delle strutture gerarchiche.

### STRUTTURE GERARCHICHE NELL'ANALISI E DOCUMENTAZIONE

È bene considerare con più attenzione due aspetti. Innanzi tutto, che qualunque oggetto della struttura gerarchica può essere visto (in qualunque prospettiva) autonomamente dagli altri; secondariamente che qualunque oggetto può essere mostrato o nascosto.

Questa potenzialità apre la strada a numerose viste tematiche di carattere critico o didattico. Il modello può essere infatti disassemblato in accordo con la struttura gerarchica con cui è stato creato. Le operazioni di rimontaggio analitico consentono non solo dei disegni tematici, ma anche la creazione di animazioni che esemplificano alcuni nessi formali, strutturali o funzionali del progetto.

È necessario, dunque, che chi crea un modello in SG abbia sviluppato una tesi interpretativa sul progetto perché la struttura gerarchica e la chiave interpretativa coincidono nel medesimo modello elettronico.

Questo approccio è stato sviluppato nel corso *Giuseppe Terragni Architecture. A Formal Analysis Using CAAD* (offerto da chi scrive all'interno dell'Istituto di CAAD del Politecnico di Zurigo diretto da Gerhard Schmitt e poi parzialmente rifluito nel mio volume *Giuseppe Terragni Vita e Opere*. SAGGIO) incentrato sulle ricostruzioni e analisi critiche dei progetti non realizzati dal più importante tra gli architetti italiani razionalisti. Questo corso ha mostrato le potenzialità dei computer e dell'SG in particolare, nel campo della documentazione e dell'analisi dell'architettura.

In tutti i casi al livello gerarchico più basso vi sono i primitivi che rappresentano i diversi materiali. La vera analisi del progetto avviene nell'articolazione gerarchica di oggetti, dal livello più basso dei primitivi al più alto dell'intero edificio. Ad esempio, nel caso

del Danteum, l'organizzazione gerarchica del modello è basata sulla distinzione tra i vari ambienti (Inferno, Purgatorio, Paradiso, ecc.) e ha più di ottanta oggetti complessivi. Naturalmente questi oggetti appartengono a classi diverse quali appunto i primitivi, le aggregazioni elementari, le aggregazioni complesse, i singoli ambienti, l'intero modello.

Nel caso del progetto di Concorso per il Palazzo dei Congressi all'È42, l'organizzazione del modello non è funzionale, ma segue un principio formale. È basata sulla tensione formale tra struttura a telaio e volumi. Queste due componenti vivono l'una dentro l'altra nel progetto finale, ma possono essere separate per esprimere la distinzione tra contenitore e contenuto che è uno dei motivi favoriti di Terragni.

### **STRUTTURE GERARCHICHE**

#### **PER LA SIMULAZIONE E LA PROGETTAZIONE**

Se l'utilizzo delle strutture gerarchiche nel caso di un corso universitario è mirato soprattutto alla interpretazione critica, non deve sfuggire il fatto che esse hanno un profondo impatto anche per chi si trova a operare concretamente nei casi di progettazione o di restauro. La ricostruzione di un edificio con un CAAD organizzato gerarchicamente consente infatti due attività di grande importanza. Prendiamo il cambio di spessore di un infisso da realizzare nel caso di un restauro. In questo caso l'operazione non viene compiuta modificando manualmente (se pur in ambiente elettronico) le centinaia di finestre presenti nel modello, ma una sola volta corrispondente appunto al livello del primitivo *profilato* (per cui, data la facilità dell'operazione, l'operazione può essere fatta più volte sondando opzioni diverse).

Dato che le informazioni grafiche sullo spessore dell'infisso possono essere lette direttamente (e dinamicamente) in un *worksheet* – come nel caso di *Vectorworks* – possiamo verificare anche il variare corrispondente di tutti i costi (o di qualunque altra relazione prevista).

Un altro aspetto importante riguarda l'area della simulazione realistica. Un modello tridimensionale può infatti fornire delle immagini con una qualità di definizione, vicinissima alla realtà, attraverso sofisticati effetti di ombra, rifrazione, assorbimento della luce dei diversi materiali.

Attraverso l'*instantiation* quindi (e cioè la propagazione automati-

ca delle modifiche applicate a un primitivo) è possibile avere più viste alternative di uno stesso ambiente cambiando di volta in volta i parametri. Si possono verificare così diversi colori di tinteggiatura, la grana dell'intonaco, il grado di trasparenza del vetro eccetera. È possibile dunque verificare insieme al cliente e agli altri partecipanti preposti al restauro l'effetto di una soluzione progettuale rispetto a un'altra, nell'insieme delle sue componenti visuali e quantitative.

### **Un modello intelligente**

A questo punto dovrebbe essere chiaro perché un modello realizzato con una struttura gerarchica è un prodotto completamente diverso sia da quelli tradizionali sia da altri prodotti elettronici. Dal punto di vista dell'analisi, della documentazione e della ricostruzione esso incapsula al suo interno una serie di conoscenze e di interpretazioni che ne hanno guidato la costruzione, ma dal punto di vista operativo e progettuale un modello costruito gerarchicamente consente di avvicinarsi sensibilmente – e in fondo molto semplicemente – a quella logica di simulazione che abbiamo descritto in apertura.

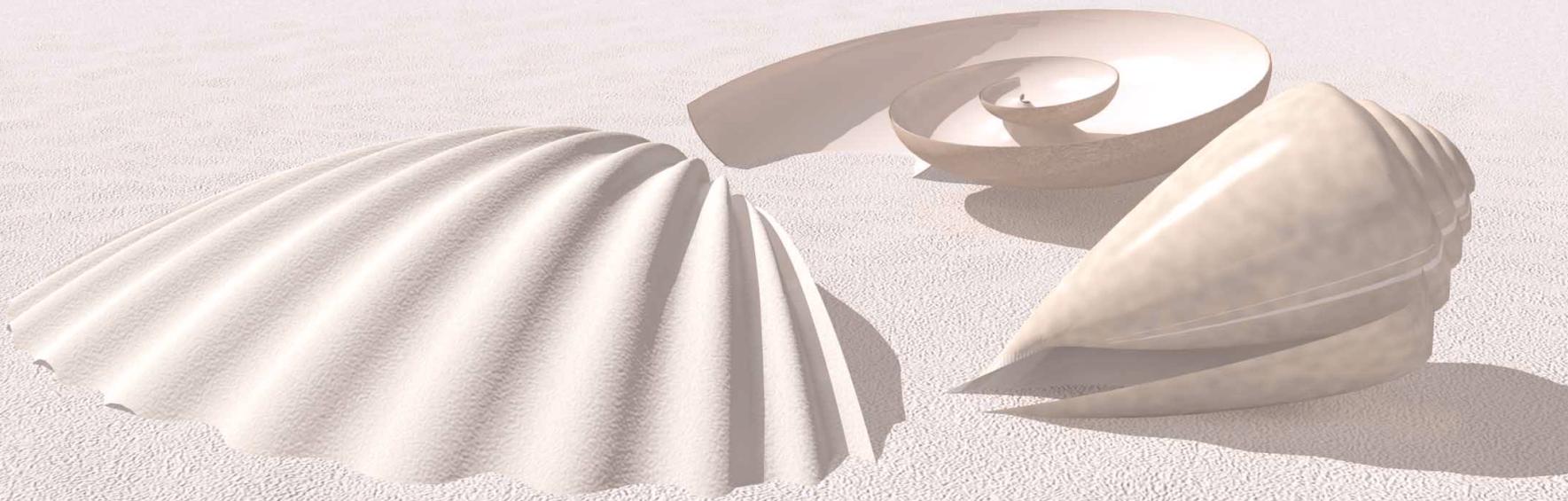
La struttura gerarchica crea un "modello vivo" – inconcepibile con strumenti tradizionali – che permette simultaneamente quattro attività fondamentali per la ricerca di architettura:

- 1: l'analisi e la simulazione realistica (incluso il movimento all'interno del progetto ricostruito) anche alla modesta scala di un personal computer;
2. l'analisi critica (ma anche le documentazione delle fasi e alternative di progetto) attraverso il ricorso alle potenzialità del *mostra e nascondi* e all'accesso dei singoli oggetti della struttura gerarchica;
3. la modifica degli elementi del progetto non solo nel loro impatto visuale ma anche nelle loro conseguenze quantitative;
4. la simulazione e le ipotesi alternative di restauro sui materiali (attraverso la propagazione automatica nel modello delle modifiche apportate ai primitivi).

Queste quattro caratteristiche coesistono in un unico prodotto che diventa un vero modello intelligente, almeno quanto lo è la capacità di capire e di esplicitare le scelte architettoniche dell'individuo che lo ha costruito.

Un progetto rappresentato in un CAAD a questo punto non solo è completamente diverso da un plastico tradizionale (dato che la visualizzazione tridimensionale è solo una, e in fondo relativamente trascurabile, componente) ma diventa appunto un “modello” (non economico, econometrico, fisico o matematico, ma “architettonico”): consente di avere una struttura dinamica e aperta per la simulazione di un reale che nel nostro caso è una possibilità da inseguire e progettare. L’informatica, ben diversamente da scienza per delegare a una macchina le scelte che solo un ampio numero di protagonisti è legittimato a fare, si inserisce in quell’aspirazione alla qualità, al non adeguamento a un requisito prefissato, all’effettiva ricerca di un possibile che dovrebbe essere un aspetto fondativo della progettazione contemporanea e diventa uno strumento nello sforzo di adeguamento verso la socializzazione, la formalizzazione, la previsione e l’esplicitazione delle scelte.

# Drawing as Model



# Preface

A little more than one year has passed since the birth of the CrabNebula group ([www.rappresentazione.net](http://www.rappresentazione.net)). I remember this year with joy, as the sudden explosion of a creativity repressed too long. There were some meetings, yes, sitting around the table of an open air café, in the mild Roman spring, but also and above all, epistolary exchanges, aided by the electronic mail – and even this is a sign of the times.

Which was the main subject of our exchanges? A spontaneous immersion in the principles of the drawing, a kind of catharsis, of purification in the lustral water of the fundamentals, after so much and so toilsome running after the technology and of its unforeseeable expressions. As if we had been drawing for years without knowing how and why, and that the moment had come to refound our work as researchers and as teachers. But what has happened? Nothing more than thirty years of digital revolution, which has changed our life as researchers and inexorably changed the way to represent the architecture. And why do we set this problem of epistemological nature exactly today, in the fourth year of the third millennium? I have thought a lot about it and I believe that I have understood it: for years we have defended the positions, fighting against the detractors of the computer, on the one hand, and against the fanatics on the other. We have had to learn much, and to defend ourselves from the assaults of a market that gladly would have recycled us as instructors of this or that program, faithful to this or to that software producer. We have had to study the mathematics of the NURBS and also the stereotomy of the eighteenth century, to find the roots of the new knowledge. And then finally every barrier falls and even the most brave and reactionary supporters of the pencil enumerate the computer among the working tools. And they do it, this must be clear, with the greatest carelessness: as if it were an absolutely obvious and incontestable fact. Somebody has said that the ideas, when they are really new, are at first opposed because contrary to the religion, namely to a dogmatic and incontestable faith; and finally, when they are accepted because they impose themselves by virtue of their strength, the new ideas become suddenly banal and expected. And who had written with disdain that the technology nothing would have given to our ancient knowledge, writes today to have always believed in the potentialities of the information technology applied to the drawing. Better so, for sure. But then, here, the moment has come to ponder on it and to understand, in what and how the art of drawing has changed.

And so, little by little, but irresistibly, an idea is making its way, the one that the drawing has changed, yes, and radically changed: no more boards, or water colours, or digital renderings, but all these things together and much more.

Therefore, not at all substitutions of one technique with another, but on the contrary integration and time that the work of the equipments returns to the Manuality.

*Drawing as Model*, and model as a whole of representations, the most various, that transforming themselves the ones into the others, and adding more information at every transformation, in a vortex converge toward the project idea.

We could have devoted a long and articulated essay to this theme, but the idea would for sure have lost part of its freshness. Better, therefore, to communicate it in the way as it has consolidated itself, through reflections, brief and sudden or more meditated that we have exchanged.

This volume gathers these reflection, together with some exemplifications and examples on how this conception is able to modify the way to practise the disciplines of the so-called “area”: namely the Descriptive Geometry, the drawing, the survey and many others.

The first pages, which correspond to the most intense moment of our analysis, are anonymous, because it would really be difficult, and even unfair, to accredit them a paternity. We have gathered them in two chapters entitled *Theorems and Writings*. There are also some examples of application of the *drawing as Model* theory to the teaching and to the research, gathered in the chapter *Drawings*, written by Andrea Casale, Luigi Prestinenza, Massimiliano Ciammaichella, Gabriele Pierluisi and Riccardo Migliari. To the lovers of the savoury writing of Andrea Camilleri will not escape, in the organization of these subjects, a reference to the *Concessione del telefono* (Concession of a private telephone line): it happens then that, having found in the literature a real life situation, some of us have adopted a common slang, which has drawn us together and to which, today, we have become fond of.

The second part of the volume – with writings of Camillo Trevisan, Marco Gaiani, Marco Fasolo, Graziano Valenti, Riccardo Migliari and Antonino Saggio – gathers what has been written later, when the idea of the *drawing as Model* was by that time consolidated: developments, applications, some paradoxically born before the theory that they apply, but which finally recognize themselves and find their frame of reference in this theory.

# First Part: Materials for a theory of the drawing

## Theorems

### Theorem of the Crab

#### PROPOSITION

Stated a Model (**M**), namely the idea of a form, the project produces endless models (**m**), all possible, some more believable (close to **M**) others less.

The comparison and the fusion of the models (**m**) produces other and new models (**m**) in a convergent cycle on Model (**M**).

#### DEMONSTRATION

*Among the many of virtues of Chuang-Tzu there was his ability to draw. The king asked of him the drawing of a crab. Chuang-Tzu said that he needed five years, a country house and twelve servants. After five years the drawing was not even started. "I need another five years" said Chuang-Tzu. The King agreed to the demand. When the ten years were about to expire, Chuang-Tzu seized the brush and in a flash, with only a gesture, he drew a crab, the most perfect crab that had ever be seen. (Italo Calvino, *Lezioni Americane*, Milano, 1993, *Rapidità*).*

I am sure that Calvino will not bear me a grudge if I add some details to the short fable of Chuang-Tzu. Details, which are meaningless as for the rapidity of the gesture, but necessary to go beyond the gesture.

The King had a garden and in the garden, there is a little pond. In the little pond, there are a lot of crabs. The King loves to observe their fights: the samurai armors, the studded armor of the arms, the deadly crenate blade and the solemn movements.

Then, he feels happy.

The King wants to keep his crabs always near him, perhaps even when he receives ministers and ambassadors. But that is not possible. It is cruel to kill them and humiliating to imprison them in a small cage of bamboo.

There is only one way to contemplate the crab. Every time that he has the desire, even in the middle of a banquet with thousand guests, the King would half-close his eyes and observe the image that the crab has in his memory. Unfortunately, this memory is always fluid and vanishing and the King doesn't know how to

give it a clean and firm form.

That explains why the King calls Chuang-Tzu and asks him the drawing of a crab.

The greatest painter of the kingdom is the only one able to transform the Model (**M**), that the King guards in his head and heart, into an image (**m**), something which can be reflected, with clear contours in the memory, through the eyes, to renew, in every instant, the wonder of the contemplation.

The fable says that Chuang-Tzu invests no less than ten years, to achieve his aim. It does not say why.

The fact is that the painter had to examine, and with the most scrupulous attention, one thousands, alive and free, all different, to draw one which resembled all of them and more than that, only a single one, which was the image of the idea of the crab. To do that, Chuang-Tzu had to choose what the thousand crabs had in common, helping himself with the reason, with the sensibility and the intelligence of a painter. For example: the little fold in the inferior board of the pincers, forming the tooth that grinds the meats of the prey; the light outgrowth of the escutcheon which makes dangerous the aspect ... and so on.

Not only for each of this slightest details, Chuang-Tzu had to study the most proper form of the brush, the gesture and the pressure of the hand, the right ink dose and its color, and at the end of the decennial toil, with only one gesture, the Model (**M**) was transferred, perfect, on the paper (**m**). This, as anyone who has done this kind of experience knows, is one of the greatest joys that life is able to give.

We have searched, a very long time, for the drawing of Chuang-Tzu, in museums, galleries, libraries and the dusty archives, until, by mere chance, looking to the heaven at night we have seen the only drawing of a crab that, indeed, was made with an only gesture of the hand. (fig. 1).

### Agrado's Theorem

#### PROPOSITION

*A person is all the more authentic, the more he resembles the idea that he has of himself. (Agrado, in: *Tutto su mia Madre*, 1999, direct by Pedro Almodovar).*

#### DEMONSTRATION

When we realize, as a child, that the world of the adults is different, we choose a Model (**M**) (which, desirably, we will change several times) and try to imitate it: our behaviours (**m**) are, so, other demonstrations of **M**.

The experience patches slowly the **m**'s and these, in return, sharpen **M**. Therefore the Model ends to become only ours: that is us, as we are, an idea about how we want to be and our behaviours always describe that Model. For example, if my **M** is that of an honest man, I'll try to be sincere and so on.

So it is shown: a person is much more near to his Model, the more he resembles it, inside as well as out of the soul.

### Fundamental Theorem of the Architectural Model

#### PROPOSITION

Drawing as Model.

#### DEMONSTRATION

The Theorem of the Crab shows, that the Model (**M**) may efficaciously be represented by a visible form (**m**). The Theorem of Agrado shows the variety of possible representations: not at random, as even the theatre does.

The fundamental Theorem of the architectural Model, explores all the possible representations (**m**) of the project idea (**M**) and it defines their relationships. They are demonstrations or representations of the Model:

- the freehand drawings, however performed;
- the subconscious scribbblings sketched on a used envelope during a boring phone call;
- the technical drawings (plans, sections, elevations);
- the final technical drawings;
- the overall views: axonometries, perspective, wire-framed or shaded;
- the studies relative to the geometry of special forms, are they equations or digital models, from which these derive;
- the three-dimensional models elaborated by the computer, are they numerical (mesh) or mathematical (NURBS);

- the static or dynamic images achieved by rendering;
- the physical models carried out manually with lightwood, metal, plastics or any other material;
- the physical models carried out automatically by numerical control machines, as three-dimensional ABS printers (rapid prototyping);
- the mathematical models realized exploring the surfaces of a physical model with special sensors as the 3D digitizer (reverse engineering).

All these representations (**m**) are able to transform themselves, the ones into the others, without solution of continuity, in a spiral process that converges toward the Model (**M**) and that improves it, without ever reaching it (fig. 2). Some of these passages are illustrated with examples in the part dedicated to the *Drawings*.

All **m**'s have the same relationship to **M** and they should be indicated with a term of general character, which embraces them all. The term *model* (written with the miniscule **m**) could be used, as proposed by Migliari (MIGLIARI 2000), perhaps distinguishing the graphic model from the digital model; or the cultured term *representation*, which includes them all, but best of all would be to extend the meaning of the word *drawing*. This is, therefore, the sense of the proposition: *Drawing as Model*: or better Model, idea, which realizes itself in the mutable forms of the drawing.

## Writings

### Bamboo and minimal modelling

Dear friend, in my opinion (but I am not an art critic) minimalism means research of the simplicity and of the conciseness at the same time, but without the coldness of the rationalism. To express a concept there are many ways: the one, which uses the major numbers of words and images, is surely the easiest, but it is not the most efficacious. Of that discourse remains very little, the shade of the emotions that it has aroused, nothing more. The most effective way, instead, is the one, which uses the minor numbers of words and poor images, easy to remember; and this is very well known by the magicians of the publicity. Sometimes I lose so much time in analyzing the publicity that I feel silly. However, I get two outcomes: I prevent the subliminal message to take root, precisely because I analyse it, and I learn a lots of tricks. Some are works of art, others despicable. Minimalism is not a novelty (think about Lisia and Tacito, minimalism in literature and, naturally, even about that part of the Chinese painting which has dealt with the natural forms). There are a lot of ways to draw a blade of grass. That of Durer (fig. 3), who is a great, great artist, is not the most effective: he uses his usual calligraphy to reproduce, with photographic exactness, what is seen, but he doesn't draw the essence. Now let us look at a drawing of Li K'An (painter of the Yuan dynasty 1260-1368) (fig. 4), which represents something much similar, the entanglement of a forest of bamboo.

Here the artist has studied and built up the most proper calligraphy to draw the bamboo. It is a language made of five marks traced in an only stroke with the brush: a linear sign for the stalks; a lanceolate sign for the leaves (you know how to do it, pressing gradually on the brush); a sign in which the pressure varies just a bit for the segments of the cane; a "dirty" sign, from a brush too dry, for the roughness of the canes in proximity of the knots; and, finally, a pointed sign, just a stain, for that crown of tiny cavities that the knots have all around. It is an image that you'll never forget, it prints itself in your memory and in your heart, because it "explains" the bamboo to you, in what it has as essential. But how did Li K'An succeed in creating this drawing? It took him ten years, even if it was not a matter of a crab, in the sense that he accumulated within himself the experience of many other bamboo painters, improving

the simplicity and the conciseness of the signs. Now, however, let's answer this question: what does this description of the world, which I, perhaps improperly, call minimalist, have to do with our drawing as Model?

The model is an idea, only an idea, the real Model. The models (with the miniscule **m**) are the visible revelations: drawings, scale models, etc. Which model is most similar to the idea? Certainly the one, which succeeds to isolate the essential characters of the Model. For example: my memory of the bamboo is a Model; the drawing of Li K'An is one of the many models of the bamboo that could be constructed in endless ways, but it is certainly a good model, if not the best, because it is done with five brush strokes.

In this apparent rapidity is contracted the time of a very long contemplation, which has read and comprehended the bamboo, beyond the science and the art, in his love for the nature.

I believe that this analysis could be extended to any model. Think, for example, about Botero and the UP5 armchair of Gaetano Pesce: why do these produce such beautiful images? In my opinion because they are models much near to our Model of Woman (mother and lover, without troubling Freud).

In short, I believe that the fable of Calvino, on the one hand, describes well what a Model is (with the capital **M**), which in this case is the crab that the King wanted to possess forever and never possessed; on the other, the fable explains how you can construct a model (with the miniscule **m**), through the contemplation and, if you don't have ten years at your disposal as in the fable, the study of the preceding contemplations, the re-lived "tradition" and again synthetized; finally the fable shows us an effective model, the most effective, the one which is constructed with an only sign!

### Uniqueness of the drawing

Dear R. I write to you, in consideration of the times we live in.

Some days ago you told me that "we had touched the bottom, worse than this it can not be, so we have to tuck up our sleeves and propose something new, because after the night comes always the dawn". Perhaps these were not exactly the words, but the concept was clear "the night must end" (as Edoardo said).

I hope that the night has come to an end, and so I

overcome my fears and with sincere heart I write to you.

You have often spoken about school, about a group of researchers capable to propose themselves in such an ample discipline as the drawing, able to be recognized, besides for the similarity of intentions, for having something different to say. You have thought, much synthesizing, about the geometry and the information technology as common denominator that united many different personalities. I think, on the contrary, that this common element, able to build up a school, is the drawing. Drawing is the one thing that everybody believes they are able to do, but that nobody really knows what is. Drawing is the capacity to manage a large quantity of information, of sensations, of perceptions through an only sign, the maximum of possible synthesis.

While I write to you, my cousin Paola comes to my mind, a mathematician, one of the most important persons in my life. Faced to the theorem of Pitagora she said to me: "Do you realize how beautiful this theorem is?" I was caught unaware, I could not succeed to see anything more than the graphic aspect. "It is synthetical, conclusive, simple; it is symmetrical, it is proportional" she continued ... I understood what she wanted to say. It is the ultimate synthesis, the gesture of the great actor, the sign of the painter able to evoke, with it and within it, a culture, a communicative capacity full of illusions, all evident and explicit. There are no lies and it is the ultimate truth.

With the same interest I read about geometry and I got emotional in front of some theorems of Euclide or, for example, the Theorem of the Homologous Triangles of Desargues, because they are devoid of rhetoric and they are full of drawing.

A synthetic drawing where the symmetry and the equilibrium is the bond that ties the deductive logic to the marvellous natural. The *commensuratio* of Vitruvio. Often I have found myself thinking about geometry and about how it is tied to the elements that determines it. The plane doesn't exist, the straight line doesn't exist, the point doesn't exist, they are ultimate abstractions, further of which we are not able to go, yet they are the abstractions, which make the all possible. It is then necessary to return to them, to understand how these produce and have produced a quantity of forms, of images, of sensations that fill our sight and our mind. I thought about my last lesson: I proposed an image of the *School of Athens*, of Raffaello. I pointed out how

this bi-dimensional image evolves itself naturally in a three-dimensional image. How this is the logical consequence of a creative process that sees the image as a conclusion. The image, the only possible image. This is what may be defined as art, the construction of the only possible image.

We find ourselves in a classroom during degree examinations ... images ... images. All images possible. No image ... A tremendous quantity of images, none of them capable to express something, none efficacious. All implies, they imply something ... something that is not there.

Who worries about the image? Who realizes that the image is the last conclusion of an intelligent creative process and extremely involving? The image is the drawing.

We have devoted ourselves to geometry, to architectural drawing, to drawing from life, to computer aided design, to digital modelling ... somehow asserting the existence of many drawings all different, while, perhaps, has arrived the moment to affirm the uniqueness of the drawing, to show that all these drawings are children of the same father. Form, color, construction, function, all belongs to the drawing. It is through the drawing that we are really able to understand, to study, to intervene on the project event, poetically characterizing it.

### Model and geometry

The simplest way to seek the essence of a form and to approach it to the Model is to discover its geometry.

Take a shell: it has a complicated form that rewinds on itself. But, if you observe it well, you realize that within the shell there are only two lines: the first is a spiral, the second is a curved line. With these two lines you are able to produce the model of *any* shell. I am not the one who said that, it was taught by D'Arcy W. Thompson in a book which is entitled *On Growth and Form*, published for the first time in 1917. It is one of the finest geometry books that I know (THOMPSON).

Let's take, for example, a shell of the *Conus* kind, the spiral line is the one which guides the growth – let's call it *directrix*; the other curve is a section of the shell, which can be seen in the point where the shell opens to the exterior – we will call it *generatrix*.

Attention, however: this spiral is not an ordinary one, it is a *conic helix*, not to be confused with the conic spiral. The conic helix is a curve which develops itself

on the surface of a cone, meeting the generatrices always with the same angle. It is, also, what is called a loxodrome of the cone (fig. 5). This curve has many interesting properties, but the most curious of all is that, in spite of the appearances, it never reaches the vertex of the cone.

The conic spiral, on the contrary, is generated from a point which moves with uniform motion on a generatrix of the cone, whereas this rotates, with uniform motion, on its own axis: this curve, obviously, reaches the vertex of the cone.

The conic helix has constant inclination; the conic spiral has varying inclination.

There is another important observation to do: the other curve, the generatrix, varies its dimensions while it runs long the directrix to produce the external surface of the shell, but its form does not vary: it is said that it undergoes an homothetic transformation.

Having comprehended these geometric properties of the form (as Chuang-Tzu understood the formal properties of the crab) it is easy to construct a model of our above said shell (fig. 6):

- with a callipers the height is measured, the width at the base and the pitch of the helix, then you generate the helix;
- place the generatrix with one extremity on the helix and the other on the axis, and trace a segment through these two points;
- construct a second segment, parallel to the one above, which passes through the superior extremity of the helix, until it intercepts the axis, which ends here;
- the two segments so constructed, guarantee the homothetic transformation of the generatrix;
- draw the generatrix;
- finally, generate the surface, making the generatrix run on the helix in a way that it holds the inferior extremity on the axis.

With analogous shrewdness it is possible to generate the model of any shell (fig. 7).

### Model and cubism

Dear L., it seems to me that the real problem, today, is how to educate an architect to the drawing in the era of the computer and the hyper-architecture.

I'll try to expose some ideas, even if still confused.

The digital modeller makes it possible today to project in three dimensions, without passing through the bi-dimensional technical drawing, but only, and not

necessarily, through the invention drawing. Many students use this project strategy spontaneously, only to spare the work of drawing plans and elevations, which the computer executes automatically afterwards. The student does this “cunningly”, and for once it is a reasonable astuteness, but it is also a matter, in fact, of a commercial strategy of the software multinationals. I have read many articles in which, with the typical American pragmatism, is evidenced not only the time saving, but also the saving of the money destined to the legal actions which arise because of the incoherence of the technical elaborations, when these are done in the old manner. I should also mention the automation of the estimative metric calculations, the simplification in the elaboration of the variations, etc. ... but I would never end. Now, is it ever possible that there are not, in our universities, but rare teachers who teach these techniques: Is it not time to change in a more resolute way?

The rendering softwares quickly consent to do the job that, in the sixties of the 19<sup>th</sup> century, the masters of perspective did, generally a good watercolour draftsman (and that, and with great skill, the architects did, too, in the '800 and first '900). But the outcomes that are obtained today are horrible (apart from few exceptions). Why? I believe that it is necessary to learn to paint with the software, as you learn it with other techniques. It is necessary to study the shade. And if you need to draw a tree, whether it is realistic or abstract, you have to study the anatomy of it.

I will stop here, by now. As you see, I reason only from the point of view of a professor of Descriptive Geometry and I will not go further, because I am not able. But you can do the rest. See you soon, R.

Dear R., Is the way we project changing because the way we see and describe the reality is changing? I don't know how to answer with certainty, but I am strongly inclined to say yes. I'll propose four examples.

I am watching a motor race. I see it through ten different television cameras, which send me images almost contemporaneously. But then, where is the monocular or biocular perspective? Are we not nearer the world of the cubists? This continuous dislocation of the point of view (we let the instruments, the television cameras, the CAT scans (Computerized Axial Tomography) and the probes look in our place) does it not change our perception? Some epistemologists already sustain that it is the new point of view, supplied by these instruments which distributes the sights, that has changed the

science in the last years more than the change of conceptual paradigm.

When I projected in the traditional way, I used the scale model and the drawing to approach the form of the project. They were, in some cases, detached moments. Now, instead, I make the architectural model (rendering, 3D model) and, at the same time, the drawing (plans, elevations and sections). I am able to look at it, all together: are we not near the cubistic technique of co-presence? And does it not change the method of approach, too?

Once I projected to achieve a form. The drawing, in fact, allowed me above all to control a geometric entity. Namely, a system of relationships all inside the descriptive geometry. Other relationships, I held them in my mind (in the sense that I thought about them) but I verified them only later on (for example the structure, the thermal aspect, the grains, the materials, the costs, the relationships among man and environment, the sounds, the odours). Now I am able, with the computer, to involve these relationships even from the start. I believe that, in the long run, this new way of projecting will force me to think more about the relationships, even non geometric, than about the traditional forms. The more general concept (relationship) will absorb the one less general (form).

The avatars and the models: I make a house and then I make a duplicate of myself and I make him live in the house. This model, how different is it in comparison with the perspective one of Dürer? What changes in the moment that, so to say, I live the perspective instead of only look at it from the exterior, from an ideal point of view, as it happens to Dürer who draws the painter that puts in perspective the model? Sub-theme: the perspective boxes. To explain a perspective I have to draw a perspective that puts in perspective the perspective, in a continuous process of dislocation of the point of view. Is the computer only a more sophisticated perspective box?

In short, I believe that the model described by Panofsky is changing and that, good or bad, tottering or not, it justified a traditional perceptive approach. I don't believe that we avert from the perspective because, in the end, we always recourse to perspective models. But between the perspective of a video game and that of Dürer there is a big difference; not of projective technique but in the way of emphasizing the point of view. I believe that the computer introduces something similar to the video game in our way of placing

ourselves in comparison with the reality (dislocation and/or extreme versatility of the point of view).

I believe that the two points of yours, which you have well evidenced, are connected somehow to this reasoning. And I believe that it is on this theme that anyone who wants to research a bit should ponder. In this sense I agree that it is necessary to learn to paint with the computer, and, I would add, this painting will be different from the traditional painting (especially if we pass from the form to the relationships ...).

If we don't probe these general themes, I believe that we run the risk of who wanted to teach the calligraphy to who lived in the age of the movable types, or beautiful diction to who lived in the age of the handwriting. Useful things, pleasant and a little old-fashioned, but not really pertinent to the problems of our times.

Excuse me all the questions: those are themes on which I ponder without yet finding the thread. See you soon, L.

### **Drawing as Model: considerations upon the didactics of the drawing**

The teaching of the drawing in the faculty of architecture is, actually, articulated around three disciplines: the Descriptive Geometry, the Architectural Drawing and the Architectural Survey. Even integrated courses, of recent institution, retain this structure, dosing in different measures the contributions of the three disciplines during the three years of courses.

In particular:

- the descriptive geometry, a part of rare exceptions, is taught following the method of Gaspard Monge (1795) which requires intransgressible association of first and second projection, the use of the traces in the representation of straight lines and planes, the construction of the perspective through the indirect way, etc.; this method is absolutely theoretic and not related to the project;

- the architectural drawing is understood, mostly, as graphic composition of the plates, with some indications to the analysis of the building and some return, not very convinced, to the decadent drawing from life of Luigi Vagnetti;

- the survey, finally, is seen as an application of empirical rules to the graphic outcome of the historical architecture.

In this overall picture, little or no space find the various

applications of the information technology to the architectural representation.

In conclusion, the didactics of the drawing appears today totally anachronistic.

To ascertain which correctives could and should be added to the didactics of the drawing, to make it actual and efficacious, requires first the answer, even if briefly, of two questions:

Which news has the information technology introduced into the technique of the drawing?

Which consequences involve the use of the new techniques?

It is convenient to pick up the new possibilities offered by the computer technology in the same three fields remembered above: of the geometry, the drawing and the survey.

In the descriptive Geometry it is today possible to generate automatically the parallel projections and the shading of the studied object, real-time and with such fluidity to simulate the movement; it is even possible to generate automatically perspective images, static or dynamic of the object and the shading complete of every effect, from the bright points to the aerial perspective, always real-time.

It is, furthermore, possible to control forms that cannot be described as locus, thanks to the interpolation of lines and control points, as a powerful extension of the technique of the graphic lines of the classical descriptive Geometry.

These innovations have shifted the attention of the researcher of geometry from the representation of the object to the object itself, to its geometric and formal properties. The purpose of the descriptive Geometry is so the construction and the control of a model, which once could only laboriously be visualized in two or three sights and which today, instead, can be visualized in the most complete way, in movement, in a virtual space managed by the consumer.

Today it is possible to simulate, in the drawing, any graphic technique, from the pencil to the watercolour, but, what is most interesting, it is possible to merge graphic and photographic techniques and images which come from the artistic creation, from the reality or from the shaded virtual model. There are programs, which consent even to draw with the traditional techniques on the three-dimensional object. It is possible, for example, to colour with a pastel, interlacing the strokes, the surfaces, plain or curved, of a simulated three-dimensional object. These techniques offer

extraordinary possibilities of personalization of the simulation. The virtual space is not the coldest and most repetitive output of an automatism. In these passages from the model to its bi-dimensional representation and from the sketch to the three-dimensional model, shapes an intermediary dimension, between the 'two' of the drawing and the 'three' of the model.

It is possible today, in the architectural survey, to measure the three-dimensional coordinates of a sample of points of the object to survey, big as is wanted, and with known accuracy. This sample can be united to others even without preliminary topographical measures (that is, without control points). From the point clouds so captured are obtained polyhedric models, of triangular faces, said mesh, and from these are drawn mathematical models, or models which describe the object in continuous manner by means of equations, rather than as coordinate files of experimental points. But the new techniques of the survey also consent, with devices both simple and at low cost, to draw from a physical model the guidelines that constitute the geometric structure of it, to transfer them into the virtual model.

At the center of the activities and of the products of the survey, there is always: the Model.

There are, finally, some possibilities that have never been taken into consideration by the traditional drawing, simply because they didn't exist in other forms and had never been foreseeable. The digital model can guide a numeric controlled milling machine, which is able to carve the represented object, or it can pilot the operation of a three-dimensional printer that, thanks to the thin layer deposit of ABS or of other resins, produces in brief time a physical replica, true copy of the virtual object.

All this being stated, it is possible to consider the consequences that the use of the new techniques involve.

The first consequence is the aforesaid centrality of the Model (with the capital **M**).

Today it does no longer makes sense to distinguish among artistic drawing, technical drawing, plate constructed with the rules of the descriptive Geometry, CAD, digital model and physical model: since all these different representations are all compatible to each other and even able to transform themselves the one into the other, it is clear, finally, that they are different appearances or avatars of the Model. The Model is nothing other than the idea that the designer wants to

realize, or the form that the architect has understood, or believes to understand, studying an ancient monument.

I said that different representations of the Model transform themselves, the one into the other: it's true, but it is also true that in every transformation something is added, something is lost and that the representation, nearest to the Model, is the sum of all.

This is why the teaching of drawing in the faculties of architecture has to be deeply renewed.

We believe that the splitting-up in three components, the geometry, the drawing and the survey, is wrong. We believe that the supremacy of the *ex cathedra* teaching, as the frontal teaching is said today, is wrong, compared to the academic teaching or the laboratory teaching.

The new didactics of drawing, as we can auspicate and presage, should reflect a simple metaphor: that of a big classroom in which are collected, in zones not too apart, the following functionalities:

- easels to draw, sitting or standing, but with the drawing sheet on the board in nearly vertical position, gathered around a large table. The physical model is on the table: an amphora, a capital, a chalk bust, a model; as in the old academic school; without false modesty for a capacity that has distinguished, always, and continues to distinguish, the best architects and designers;
- a lot of computers and modelling softwares, linked in a LAN and to printing devices (attention: not as much softwares for the bi-dimensional drawing, as modelling softwares, able to generate the graphics automatically, once the model is constructed); this is the field of the descriptive Geometry;
- big working benches, bench lathes for modelling, shelves to guard utensils and pieces that must dry, numerical control machines for the Rapid Prototyping (3D printers, of preference); this is the area of the *scale model*, as it once was said;
- finally some computers to the exclusive service of a digitizer (3D digitizer) or a 3D scanner (much more expensive than the first), for the reverse modelling, namely for the inverse passage from the physical model to the mathematical model.

At the center of this ideal classroom is the *idea* as Model: all around are the models, expression of the idea.

## Drawings

### Drawings

#### Andrea Casale

Always more, in debates and in conferences about the teaching of the drawing, is underlined not as much the distinction as the real dichotomy existing today between technical drawing and artistic drawing, nearly forgetting that the drawing, in its various aspects, is necessary both to the elaboration and to the representation of the project process.

Easy is describing what is intended with technical drawing: it is the language capable to communicate a concrete event to an interlocutor. Many are the tools that the technical drawing can use: from the descriptive geometry to the virtual representation, using a computer, of geometric models of great effect, conquering remarkable realism and communicative concreteness. Difficult is speaking about the artistic drawing, about its creative characteristics and about its necessary presence in the compositive process.

It seems to me that a great confusion is generated when we add the attribute *artistic* to the noun *drawing* because this implicates a necessary definition on what is intended with the term *art*; a term to which is attributed a wider meaning than the simple “to do” because it is tied to the conscience that a man has of himself. It seems to me that we can distinguish two attitudes in him: the first is that with *art* man conforms himself to nature, he wants to be part of it. The second is that with *art* man sets himself against nature, he constructs a *sign* in this nature, a *cry* that testifies his being there.

Conversing on such argument with friends and students, I have had confirmation that to the concept of *art* are given various definitions, traceable to two basic propositions: *art* = natural and tangible expression of a personality; *art* = intuitive spark at the end of a cognitive path.

Testimonies that could seem the product of different cultural formations, which live contextually in the current society, which often have no more links with the philosophical processes that are at their base and which find, in this multiethnic world and without geographical barriers, their simultaneous existence. While I looked for an idea, an example, to better understand and express the two definitions and how much they are different the one from the other, I

happened to find a book that belongs to my youth *Zen in the Art of Archery* of Euygen Herrigel. In this book is described the methodological, practical, philosophical and spiritual path that the German philosopher accomplished to learn the bow-shot, *art* to which is applied the Zen philosophy. To become an archer you have to assume a new nature and become bow, arrow, air, target; the arrow that hits the target is the natural conclusion of all this process.

To the western culture belongs a different behaviour; the technological-rational study of the arrow, the bow, the air and of the target can produce a favourable probability of hitting the target; the instinctive capacity of the archer makes the probability bigger that such an event occurs.

The spirituality of the Zen archer and the instinct of the western archer, do they have a common root?

On the one hand, to achieve *art* is necessary a full participation in nature; since all the prototypes and possible *signs* already exist in nature and imitating these signs you affirm the total belonging and solidarity between man and nature.

Man, element among the elements of the nature.

In the foundation text of the Taoist philosophy, the *Tao te ching*, is said “Man follows the earth. Earth follows heaven. Heaven follows the Tao. Tao follows what is natural”. This means that whatever man experiences in his life is connected with the universal law of nature.

There are, therefore, some cosmic rules that man, through the continuous detachment from nature, has forgotten, losing the relationship with his origins; only with adequate reflections and with appropriate methodologies is it possible to reconstruct this ancient bond with the nature. The human order is nothing other than an image of the cosmic order and the cosmic order is possible even without the human order, but not viceversa.

On the other hand it is necessary to have a solid cultural base and a mastery of technical means. The artistic *sign* is the result of an in-depth experimentation, where man, investigating the nature, proposes himself with a work that is not imitation, but conclusion of a logical cognitive process of the nature itself.

Man as the only being, made in God's own likeness. Even the artist formed in a western culture searches in *art* for a personal experience that in some cases may be defined as transcendental; exercise, techniques and time serve to transform him into a perfectly suitable tool, in harmony with the work that he is performing.

What seems to differ between the two philosophical attitudes is the exigency to “sign” his own work and thus to prove his own personality. In both, however, exists the concept that the *sign* is a communication tool of the artistic event. What changes is the personal approach that the artist proposes in producing this *sign*. It seems however evident to me that: one *thing* is the art, one *thing* is the artist and one *thing* is the teaching of a subject that adorns itself with the attribute *artistic*. Returning therefore to the theme of the debate, it is necessary to recognize that to the two different attitudes schematically described can correspond different didactic methodologies.

Perhaps, in spite of this bond with the oriental culture, that by now belongs to us and of which a lot of contemporary art seems to be the mirror, we are able, being western men, to put ourselves in front of the phenomenon *art* and to investigate it with the scientific and cultural attitude that mostly concern us.

I want to quote some reflections of two artists who worried about the teaching of art.

Vasilij Kandisky, in the preface to the first edition of *Punkt und Linie zu Fläche* of 1923-1926 writes: “The problems of a *science of art*, today at its first steps, deliberately placed in limited form, overcome, when they are developed in a consequent manner, the limits of the painting and finally of the art in general. Here I only want to fix some indications – analytical method and contemporaneous consideration of the synthesized values”.

Again in the preface to the text is said: “It may be supposed with absolute certainty that painting has not always been, from this point of view, as inexpert as it is today, that in the past had to exist some theoretical knowledges and not only with reference to purely technique questions, that a certain doctrine of the composition could be taught and it really was to the beginners and that especially some notions about the elements, their nature and their application, were for the artist an universal thing”.

And, still further: “The researches that have to be set to the base of the new science – *the science of the art* – have two aims and derive from two necessities: the necessity of the science in general, which grows from a desire, non-practical, to know: the science – *pure* –; the necessity of an equilibrium among the creative forces, which have to be divided schematically into two parts: intuition and calculation: the science – *practical*” (KANDISKY).

Paul Klee in a letter of November 1921, referring to a lesson kept at the Bauhaus, writes: "Yesterday the lesson was very easy, once again I had prepared it from the first to the last word, so I had no fear of saying something I had not pondered in great detail. From the perspective principles, I passed to the sense of equilibrium in the man. During the next lesson, in which we will carry out practical work, we will build with bricks, some of these equilibrium systems, which will serve as models in our work" (KLEE, p. XXXIV). From the sentences, and even more from the writings that these two authors have proposed during their long artistic experience, it is evident that the concept of art, as science, and therefore the possibility that the art can express itself through the experimental paths characteristic to the science, was present in their thoughts and even in the culture that they represented. Conceptual models, constructed around some essential points, categorized, systematized and structured, allow the scientist to understand the analyzed phenomenon, the researcher knows well, however, that a complete description of the uniqueness of the phenomenon is not possible and, on the other hand, there is no need to duplicate what already exists. In the same way the artist uses his tools to capture, within the particularity of his work, something universally significant; he is not busy in seizing the uniqueness in itself, even if the products of his work are unique in their particularity. We find, once more, actual words, easily spendable to describe today's artistic and critical panorama, in the preface of *Art and Visual Perception* of Rudolf Arnheim: "Art seems to run the risk of being submerged by the chats. It happens very rarely to meet a new sample of what we would be ready to welcome as genuine art, yet we are, continuously, flooded with a deluge of books, articles, essays, speeches, debates, manuals ready to say what the art is and is not, what has been done by who, when and why ... We are persecuted by the image of a fragile and delicate body, sectioned by crowds of surgeons and worthless analysts; and we would have the temptation to attribute the insecurity of most of our-day's art, to the fact that we are thinking and reasoning too much about it. "Such a diagnosis is probably too superficial. It is true that the actual conditions seems less than satisfactory to nearly everyone; but if we observe the causes with some attention, we will then discover to be the heirs of a cultural situation particularly inapt to produce art, and

able to encourage exactly the worst mode to reason about it. Our experiences and our ideas tend to be common but only a little profound, or profound but not common. We are neglecting the gift to understand the things taking advantage of what the senses tells us about them. The concept is divided from the perception and the thought moves in the middle of the abstractions. Our eyes have been reduced to mere tools by the means of which to measure and identify: from here a shortage of ideas that can be expressed in images and an incapacity to recognize the significance in what we are seeing" (ARNHEIM 1954). Concluding the third chapter of the first book *De Architectura* Vitruvio pronounces the definition that will go down in history as the *Triade Vitruviana*: "*Haec autem ita fieri debent ut habeatur ratio firmitatis, utilitatis, venustatis*" (All these buildings must be built keeping in consideration the reasons of the stability, the utility and the beauty. VITRUVIO). Definition that, at a span of 2000 years, we can accept as always actual and present in the behaviour of the architect, even if today we tend to a more synthetic definition: "function and form"; with the first is implied the physical management of the architecture, with the second, the multidimensional gratification of the senses. The suggestion that the elements and the events make the protagonist lives, the man who uses the architecture. Since an approach to the complexity of the architectural event is essential, able to reduce all the data, the conditioning and the information that compose it in the synthetic and primitive elements that define it, arise the demand of a symbolic representation able to evoke, by natural associations of ideas, a wider reality and therefore able to overburden itself with meanings much different. The *sign-symbol* is tied to the concept of maximum concreteness, of maximum descriptive synthesis. It is the elementary fact that allows us to deduce and manage a reality much more complex. In the architecture the *sign-symbol* is the plan, the elevations, the sections (etc.), place wherein the architect, operating selections that are not only technical but also formal, defines an event – the architectural object – and therefore the mode of his perception. The new project technologies that consent to face the problem even in a virtual three-dimensional space seem to have overcome the difficulty of the architect to imagine, and define a space, which is multidimensional, through a control only bi-

dimensional. It seems, to the majority, that this is the road that levels the difficult synergy among plan, elevations and sections, the tool that resolves the problems to be in a space projected before it is realized. It is not like that. On the contrary, often this further possibility to dominate the space removes the possibility to manage it as a symbol, as a synthesis that represents a wider reality, proposing it at once as a solid and concrete space. We cannot, however, build obstacles to the incessant beating of the sea of information but, as a beach overwhelmed by the waves of the knowledge, we have to absorb what will be useful to us, to reject what does not adapt itself to our desires. In any case, we have to be open to the interesting innovations, aware that the time and the culture have built fortresses, capable to interpose themselves in the sensory and intellectual stormy sea that these times propose. In the perception of the architecture perhaps it is necessary to make a fine distinction. There exist some strong perceptions, immediate perceptions, which are expressed in the users eyes as simple and ineluctable events (the presence of a wall, the presence of a volume, the presence of a decoration), and there are indirect perceptions, as the symmetry among the environments, the equilibrium among the spaces, the proportionality among the parts, and so on, which create an agreeable feeling and an appeasement in the perception of the place. The architectural order is the example of the past, which shows how the evolution of the function is able to acquire aspects that overcome the concepts on which it is founded to assume a symbolic value of reference for anyone who perceives it. The base, the shaft and the capital have functions statically different, the first is used to transfer the load of the building to the ground and it must be ample to distribute it on an ample surface, the second to detach the load from the ground and it has to be the tallest possible and the third serves to distribute the load born by the shaft. It is easy to find in this, a natural reference, the load to bear is the head of hair on a tree, the capital is the attack of the branches to the trunk, the shaft is the trunk and the base is the roots that anchor the tree to the ground. The evolution of the architectural order has overcome the concepts that are at the base; looking at a classical work, we do not re-read neither the distribution of the forces that compose it, nor the naturalistic image of the tree, but the now acquired order. The function and the

form have evolved and the symbol that represents them, characterizes itself identifying itself as autonomous, respectful of the architectural style that it represents.

It seems to me that a new exigency is born: to identify the rule that implies and dominates the event.

How is it possible to face the complexity of the three-dimensional space, if the bi-dimensional space has not been studied and understood? How is it possible to understand what the equilibrium, the symmetry, the balancing and then the color, or the form is, if they have not first been investigated in a more simple and synthetic space, constructed from simple compositive elements?

As, before running, the child has to learn to walk, the exercises in a bi-dimensional space, only limited by the contours of the drawing sheet, in which the theoretical presuppositions of the perception can be analysed and experienced, are a training ground, essential to dominate, successively, the complexity of the multidimensional space of the architecture.

I want to remember that, not many years ago, the Art School presided to the formation of the architect, maintaining alive a bond that defined the architecture together with the sculpture and the painting *figurative arts*. The architect, so, was also educated to a pictorial and sculptural composition.

The foundation of the Faculty of Architecture, if it, on the one hand, has recognized to the architect an autonomous social and cultural role, in the long run, it has still more detached from this not distant artistic matrix, taking on a technical professional figure able to manage the new demands and complexities of the contemporary architecture. But as a volcano that, even being repressed by meters and meters of rocks and earth, to the end, with big clamour, explodes, declaring its presence, there are examples of real *art* in the modern architectural panorama, I don't know if by merit of the school or by purely personal merits.

The words spent, at this point by many, show that the time to face a discipline of the drawing, which can decorate itself with the adjective *artistic*, is mature; now, to us teachers is the task to face, with method and with modesty, all the problems that derive from it. The students of architecture have always been interested in the theme of art and of its applications.

Perhaps examining again the path that mostly belongs to us, and re-proposing the rules of the artistic communication, we are able to contribute to the

formation of a personality that will be able to affirm its own artistic autonomy, strengthened by a cultural heritage rediscovered and consolidated.

### **Body and mind: traditional and digital sceneries in the architectural research**

#### **Luigi Prestinenza Puglisi**

I will immediately start by telling you what my thesis is. To the questions *virtual or real? spirit or body?* I would like to answer: enough of choices like *either.. or*, give me both of them, please. I will confess to you that during this period I am tired, fed up and maybe desperate, of the opposition, which is made by many authors, some very intelligent, between virtual and real as if there were a real distinction between these two worlds. The main intention of my intervention is to show you, that continuing to follow this false problem has as consequence that we are forgetting to look at the reality of every day where virtual and real coexist in new forms, unexpected, unusual and in particularly interesting ways. Let's start from the first observation, which is of personal-philosophical nature. I have been formed in the adoration of a book: *The Structure of Scientific Revolutions* of Thomas Kuhn, who sustained that in the history of the thought, the intellectual revolutions have always been driven by a change of conceptual paradigms (KUHN). Never by simple empirical observations. The great scientific discoveries, according to Kuhn, in fact, always impose a kind of intellectual re-foundation. The theses of Kuhn have been very successful and not only to an inexperienced reader as me. The idea that we are thinking by paradigms can be found in nearly all the epistemologies of the sixties and the seventies. Even philosophers who have largely criticized Kuhn as Popper, the first Feyerabend, Lakatos have in fact approved this vision of the paradigm, of the 'knight's move' as Sklovskij would have said.

In brief and even if repeated: the thought operates with a jump, with a revolution, in a kind of Platonism, in accordance with which the senses are only seeing what the brain wants to see. With consequent devaluation of the role of the tools, of the techniques, of the concrete ways to see the reality.

Recently I have read two books that have impressed me and are making me change my opinion. One has made me become very angry, however on this point it was

convincing: it was a text of Holton (HOLTON), a philosopher of the science. The other is of an author that I love also because he writes magnificently, Freeman Dyson (DYSON). Both sustained that one of the motives that pushes of more the revolutions of the thought in this period, are not so much the paradigmatic changes, as the different techniques that are used in the concrete experimentation of the events. And that behind the methodological Platonism of Kuhn is hidden: the giving too much importance to the brain and too little to the concrete reality of the prostheses of the brain, namely the techniques and the machines, some times very complex, through which the scientists read the reality.

This is the first observation, which I, a little further, will try to clarify. The second is a reflection that I am doing since a long time, remembering the magistrery of a spiritual teacher of mine who is Giulio Carlo Argan (spiritual teacher because I read, with avarice, his books since I were at the high school and later, when I attended Architecture, I often went to the Faculty of Humanities to listen to his lectures). Argan, if you do remember, talking about the perspective, and I mention the perspective because, according to me, we are living in a period of technological revolution and of a way of seeing things that has a lot to do with the perspective revolution, Argan said, "through the perspective the man perceives so as his mind conceives"; and he showed two lines of research, which he called *of the empirical space* and *of the theoretical space*.

Simplifying: in the fifteenth century, on the one hand, there are authors that use the perspective from an intellectual point of view, I'm thinking about Paolo Uccello, about Piero della Francesca, on the other there are authors that use the perspective from an empirical point of view, like Lippi.

Well, I believe that today, privileging the virtual too much, we are looking at it with the eyes of Paolo Uccello or of Piero della Francesca, namely, with the eyes of a theorization too abstract even if fascinating, forgetting that the perspective has given us, at the same time, characters of the calibre of Leonardo, of Michelangelo, who looked, instead, with more intelligence and concreteness at the empirical space, the existential space and they looked at it within a way of seeing, within a paradigm that was exactly the geometric projective one, formulated by Brunelleschi. Let's now try to substitute the term *empirical space* with the term *real space* and the term *theoretical space* with

that of *virtual space*. Doing so, I believe that you are realizing that I am returning to my first observation: the virtual is nothing else than a system to which we should not contrast, but integrate the reality, exactly as Leonardo and Michelangelo did. Let's see how. But let's first see some other more contemporary examples. Gordon Matta Clark, in his work, confuses artfully theoretical space and empirical space. In *Conical Intersect* or in his house cut in half, which is the empirical space? Which is the theoretical space? If we are inside a room, we cannot know what is happening outside. We are only able to imagine it. Generally, when we are in any environment, we have a perception of the space that depends on our senses. Yet, at the same time, we succeed to imagine even what is not seen, we are able to think that behind a wall something is happening, we are able, in other words, to run a space through with the eye of the mind. I don't know if you have read the beautiful book of Georges Perec *Life: A User's Manual* in which is described the life inside a block, and the contemporaneous stories of the different families, as if it was seen by an eye that looks through the walls. It is an experience that you may have tried at your home ... if you have thought that over you lives a family that in this moment perhaps is quarrelling or that, downstairs, there is a little boy who is playing. With the eye of the mind you are able to run through your building and, somehow, imagine it, exactly as Perec does in his splendid book. And so, maybe, you became aware that the empirical space is always a limitation, in opposition or, better, in counterpoint to the ideal space that you grab with the brain, with the imagination. Digging some holes in the wall, Gordon Matta Clark succeeds in working on the ambiguity of the two types of space, he succeeds, namely, to show what normally is not seen. Arakawa, another artist, Japanese, works on similar problems. He makes the spaces that we are accustomed with unusual, he creates estrangement operations, so as to cause a collapse of what we normally consider two coincident elements, but in reality separate, if not opposite: theoretical vision and empirical vision. I will try to explain what I mean with another example: when you walk, what are you doing? You activate your normal perception of the reality, an empirical perception, that is, the information arrives to you through the senses. When you drive a car, what happens? There is a car window, a windscreen, and some commands. What are you using: a theoretical perception or an empirical perception of the space? I

would say, a bit empirical because you are looking at the reality through your senses and a bit theoretical because the speedometers, the measurement tools of the speed, give you some information that are useful to you, even precious, to make you be able to do your task. Now, go into the cockpit of an airplane. The windows become smaller and smaller and, the quantity of equipments that give you theoretical information on the flight increases exceedingly. Are you in a theoretical space or in an empirical space? Suppose now that there are no good conditions of visibility. What do you use to land, your perception of the empirical space or the tools that allow you to control the theoretical space? Surely these last. So, in this case the theoretical information on the space became predominant in comparison to your empirical observations. It is as if you are inside a video game. Let's resume: there are two different eyes, an empirical ego and a theoretical ego and normally the representation call them both into play, but in different manners, depending on the circumstances. Let's schematize, there is the eye that looks, there is an object that is looked at and there is a picture on which its image is projected. Notice that this scheme is the traditional scheme of the perspective of Dürer. Who knows how many times you have seen it, at one side is the painter, at another the model and at the other the picture. How many persons are there? How many eyes are looking at this picture? Maybe you are tempted to say one, the one of the painter who is looking at the model. I say, instead, that there are two eyes: from one side there is your eye that looks with the eye of the painter, and from the other there is one eye of yours that is placed outside and that looks at all the scene; a splitting of your sight takes place in the moment you are looking at this perspective. Are you convinced that there are two eyes that look now? I hope yes. Let's go ahead, and consider a work of art realized by Duchamp (figs. 8, 9), but revealed to the public only in 1969, after the death of the author, when it was installed in the Philadelphia Museum of Art: in a bare room there is an old wooden door with two peepholes through which you can see what is behind the door, consisting in a nude female form, which lies supine on a bed of twigs with an illuminated gas lamp in one hand. *Étant donnés*, this is the name of the work, has many meanings. Maybe one of these is, that it represents the three-dimensional realization of the four-dimensional project, as the Large Glass of the beginning of the twentieth century was, but, in this occasion, we

want to observe it only from the point of view of the sight, as a tool that focus a particular technique of the vision. And then, let's see how the scheme works: at one side is the observer who looks, at another a picture, at the other a model. Now, notice how this scheme corresponds exactly to the one of Dürer, but with a difference that consists in the fact that the observer, who first was out of the picture, now has to enter inside the work. In other words we have some kind of confusion, of ambiguity between reality and virtuality. *Étant donnés* is, I believe, one of the first examples, which shows us clearly how the way of conceiving the vision of the things is changing, and how it has progressively become complicated, bringing to a series of interesting consequences.

Let's observe another thing: if instead of making this vision simple, as the perspective vision was, we put a camcorder in the middle of the scene, it will end up that I do not look anymore at the reality with the empirical eye, but I look at it through the mechanical eye of the camcorder. We pass, namely, from a traditional scheme of perspective type, which is that of the picture, to a way of seeing the reality which is typical of our days: we do not look at the reality directly anymore, but through the tools, through the machines, through means extraneous to us in the sense that they are other things in comparison to our body. Now, the question that I am asking myself is: in the face of this change, does our experience of the reality remain the same or does it change? And if it changes, how does it change? What happens when we look at the reality through another eye? Let's leave aside the fact that when I look at the reality through another eye, and it is the case of the television, there is a whole zone that escapes to my control and that it is possible to manipulate and let's take for granted that the manipulation simply happens in positive. For example, that the report is objective for medical motivations and not manipulated for political motivations. It is the case of when we look at a CAT (Computerized Axial Tomography). The human body, in this case, is seen with your eye or with the eye of the machine? Good question ... yet, if you pay attention, you'll notice that 90 percent of the experiences of contact with the reality is today of this kind. Mediate, abstract. In short, to use the expression of Argan: theoretical.

Let's make another reasoning: what happens in the moment that, instead of addressing the television camera toward other objects, I put it in a way that it

looks at me? The experiment has been theorized by Paul Virilio who classified it with a particular name, *stereophony of the reality* and who synthesized it with a quite strong image: imagine to be the pilots of an airplane, – he said, – and that you are looking at the images of your airplane filmed by a television camera placed on the ground, if the airplane falls you will find yourselves observing your own death on the screen. With this image Virilio tries to show how an eye change, a different dislocation of the eye, from natural to mechanical, produce a change of the concept of the reality, not in the sense that it changes the reality, but that it is perceived, it is lived in a different manner. Two American architects, Diller and Scofidio, are working with a lot of intelligence in the ambit of the new media: they have organized a premises in New York, to tell the truth very fashionable, in which you are, at the same time, observers and observed, in which the game of the sights multiplies nearly endlessly, and the real space and the ideal space mingles.

I would like to conclude analyzing what happens when the television cameras are manifold. Even in this case we will resort to an example surely well known: the auto competitions. When you watch a competition at the autodrome you are standing in one place and from that place you see, every now and then, the cars speeding by. How boring! What has the television done to make the event a little more exciting? It has put television cameras along the whole race circuit, giving life to a removal operation of the sight, so that, in the same moment, we are able to see the competition from eight, ten points of view. Furthermore it has put a television camera in the helmet of the pilot, in a way that we can watch the competition with the eyes of the pilot. Finally, a television camera might frame a plan in which, in real-time, the positions of the pilots are marked, giving us a synoptic vision. Let's now examine the two characteristics of such a kind of representation: one, it happens through a displaced eye, which is predominantly a theoretical eye; two, it rejoins many points of view. At this point I'll ask a question: a space of this kind, is it still a perspective space or does it correspond to another visual formality? The answer is not simple. I believe that this kind of vision is typical to the cubistic vision. Obviously my affirmation is to be taken with *cum grano salis*. Also because the cubists made their experiments in the beginning of the twentieth century, when all the present-day technologies were not even conceivable. But, as it is

known, sometimes the artists have some flash of genius or some prefigurations or at least so we want to believe. It is easy to agree that the experience of being contemporaneously in one place and in many places is typical of our contemporaneity. And it is not a *transient* condition, episodic or distorted, as conservative and reactionary persons would like to make us believe, but a condition that I believe has become definitive and it seems to me serious that, being architects, we have not yet started to work on it. On the other hand the experiments made by avant-garde artists or architects on the theme of the de-location, don't do anything else than accentuate very much the importance of a new condition. But, I repeat, I would like that it emerges from my speech, that it is a question of ways to live and to perceive the reality that we commonly use in the experience of every day.

By now it seems to me, that two typical formalities of the vision are led into crisis, namely, the vision from the fixed point of view and the vision from the mobile point of view. Which is the formality of the fixed point of view? If you are inside the Pantheon, which is it the point of observation that you prefer? It is the central position. The classical work almost always has a privileged point of view, through which it is perceived. Which is the formality of the mobile point of view? I remember that, when I studied, they have repeated a thousand times to us, explaining us the *Bauhaus*, that this kind of architecture, in comparison to the others, to be perceived in its articulated geometry requires the movement of the observer who, going around the building, finally succeeds in representing it. The kind of present-day vision, the one in which, instead, we live, is a vision that wants, not the movement, but the co-presence. I spoke before about the space of the cubists, but I could also talk about the artistic experiments of the sixties and onwards; I think, for example about the *One and Three Chairs* of Kosuth, where the same object was showed in its reality, in photograph and through a definition in the dictionary.

There is finally the problematic of the interaction at a distance. The interaction can take place both in one sense, intervening within the object, and in the other, intervening toward the subject. The interaction changes the ontological statute of the objects. I will try to explain it better: which was it, before, the difference that existed between animate and inanimate? The animate, when I apply an action to it, it tends to react: if I kick a dog, if the dog is big it bites me, if it is small it runs away,

namely, it put itself, with me, in a relationship of some kind. The inanimate object, instead, does not have a reaction. If I try to punch a wall, the wall doesn't cry, it doesn't yelp, no mourns, it answers with its deafness. Today, it is not so anymore. It is under the eyes of everybody that the objects start to become animate, they are able to give a feedback, to give answers. Consequence: even a geography of the behaviours starts to change, a way to relate in comparison to the things. Have you visited the latest *Biennale* where there was the table that "approaches" to you in accordance with its degree of attraction to the persons? It was a beautiful leg-pull of an artist, who had put in a room a table that moved itself and had written, that the table approached to the persons with whom it felt a certain feeling. But all the persons set themselves, in comparison to the table, a little like as you set yourself when there is a little dog or a child, namely, you hope to gain their attention; in our case they hoped that the table would draw near. The experiment served to show in which way our way to put ourselves in comparison with the objects changes, in the moment that these are able to interact with us. There are experiments made by other artists in which they try an interaction at a distance. For example, in one room there is a canary and in another room there is a plant, the two objects are tied together through sensors. When the canary sings in the room then a series of messages that goes to the plant are filtrated, the plant receives them as stimulations and it answers in a certain way activating a distance interaction between plant and canary. The experiment could seem very complicated and bizarre. But, to look closer, it leads into crisis one of the main points of our culture, which is the thinking of the interaction as only among near objects and among rational subjects. Think about the possible consequences of an approach of that kind. And about how reasoning of this kind, in the hands of a good architect, can produce results able to change the way of seeing and of conceiving the space.

### **The Mathematics of a brush-stroke. Design and outskirts**

.....  
**Massimiliano Ciammaichella**

Art and Architecture ... contemporaries?

Let's take a run-up, because the one seems wanting to enter into the field of existence of the other! Two aspects of the reality more and more often placed side by side,

so much that it seems a useful, fashionable approach, or an inseparable binomial of the present time.

The questions linked to the communication between these two expressive forms, melts into a mixture so common that, even still talking about it, appears nearly banal. And maybe it is, especially if we stay rooted to the *surface* of the one or of the other ... But digging a little deeper, the matter takes on a new flavour. It is manifest that good part of the contemporary art is without depth, a conceptual surface that takes off the inhibitory control and gives up the profound values that allowed them to communicate emotions, which could step over the mere moment of the precise discovery of the innovation: superficial, trendy, falsely scandalous, in continuous search of astonishments ...

Then, let's transgress: Perhaps not all of it is to be thrown away, but the wave, the *trend*, the innovation (sorry, I wanted to say the *Must*) wants the experimentation of everything: whichever technique, whichever possibility, every sphere, every place ... All can be art or container for the art. It's a pity that one century ago, or little less, Marcel Duchamp had come to the same conclusion.

With the loss of depth, becomes thinner the support of the work of art, too, so much that it become a thin cloth upon which to project sequences filmed or computerized, whose length and mental contortion would have to compensate to the loss of corporeity and sense of the artistic action: the *Telenovelas* shown at the last Biennial of Art in Venice, demonstrate it. The body is art, the *Carnal-Art* teaches us, and we can consider the flesh as unknown material to carve surgically, and Orlan is the megaphone of this way to feel. The French performance artist has had two silicone bearings transplanted into both sides of the forehead, two "horns", a worthy reward to the artistic dimension of her performances.

The contemporary architecture, the one that become distorted by the deformation processes of the Computer, by the solid modelling software: the *Blob*, the *Digital Deconstructivism*, phagocytizes and repeats experiences and techniques of the past, but with a new light. The hodiernal project, dresses itself up as art, it embodies the symbolic value, then it unthreads and puts on a new skin, a new suit. It works on the skin, too, it applies on its surface: the *Piercing*, the *Branding*, the *Cutting* ..., it conceives the object as a body in movement, but it deals, however, with virtual embryos subordinated to the structural and functional reasons.

Is it Ephemeral? Maybe ideally, because the contemporaneity implies reduced vital times for the built up; and let's forget the *plan-monument*; better to take full advantage of the effect, and to let us be carried away by the ephemeral, rather than to intervene on the territory, placing, from above, the usual, arbitrary, very heavy "cubes".

The lightness is a constant to reiterate, for an Architecture that is built up with always new materials, which strikes us, not as much as an eulogy of the formalism, as, paradoxically, how it relates itself to the context.

The 'darts', the 'drifting' artistic movements, are all searching for alternative relationships in new environments. The architecture operates with old and new instruments, it appropriates whatever is usable, and, without prejudice, it plunders tools and stimuli anywhere. It has always been so, since the natural character of 'creating' aims to the 'use' of different materials, and it is therefore practical and impudent in attaining what it needs.

The instrument is important within the limits in which it allows to express your model in the best way.

We have often been present at stupid debates about the supremacy of the traditional design, in comparison with the design carried out by means of a computer program, and viceversa.

Those are only Instruments! It's true that they influence the capability of 'creating' and that they allow a review of its projectual reference models, and that, without the aid of the solid modelling, perhaps a lot of the hodiernal architecture would not even exist. It is, however, absolutely unthinkable to deny to the computer some artistic values, in the name of a subjectivity put aside by the conformed, serial gesture. The mouse, but also the other *haptic* instruments, places themselves as alternatives to the pencil, the paint-brushes, the gouges, to the chisels ..., in order to re-paint the real-virtual. They are prostheses, devices used by a man to communicate the project, a contemporary man, who uses prostheses every day ...

Once more, after long silences, the architecture speaks, and now and then it become a purely artistic expression, just in the moment in which the mechanization seems to inflict the definitive sentence to the depersonalization of the planning.

To plan by means of a computer as a personal and artistic action? It is not a paradox, it can be done, it has been done. *I'll try* ...

It is possible to follow the *procedure* of a project, starting from the sketch, arriving to the prototype, using the digital prostheses, but also the pencil, trying to reach the complete mimesis.

The first model (fig. 10) shows the front cover of the journal *Domus* (n. 800, 1998), designed by Lebbeus Woods with traditional techniques.

The Architect was asked for an image that reflected on the future of contemporary architecture. Several interpretations, all very subjective, can be attributed to the proposed work ... I assumed Woods' drawing as a kind of planimetric sketch, a synoptic picture for an urban settlement project, to which associate a dimension, not only figurative.

A mathematical model, three-dimensional, can be constructed, of these *meta*-architectures, using a common solid modeller. The approach is really three-dimensional and it allows a total control of the represented forms, thanks to the NURBS geometries, which offer all their potential in correspondence to complex surfaces.

The logic of the NURBS is perfect for the presuppositions of an architecture founded on the movement, on the deformation, produced by the application of continuous forces as the *Blob* and the Deconstructivism promote.

The solid modelling re-elaborates such tactics, replacing the wooden sticks with infinitely extensible and deformable elastics.

The plain curve, gathered from *Woods'* model, are considered as directrices on which to slide the same number of generatrix curves. The deconstructivist dynamics, which feeds the architects' attempts, discharge in elevation, too, with a sequence of "flapping" curve surfaces, assumed as hypothetical surface coverages of a *Blob* (fig. 11).

Accomplished the model, the next step is the graphical appearance, to associate with the "architecture", with the *Rendering*. Every attempt to photo-realism has been banished, allowing the 'digital painting' to express itself. There exist nowadays several instruments, as the graphic tablet, which consent to paint the model three-dimensionally, with mixed techniques (oil, tempera, graphite ...) very sensitive to the pressure of the stroke, to an unrepeatable but reproducible gestuality.

The models (fig. 12) could easily be interpreted as pencil drawings. Instead, they are *Renderings!* Other models (fig. 13) repeat the same procedures described above. It deals here with re-reading,

architecturally, a picture of Zaha Hadid: *The Great Utopia*, exhibited at the Guggenheim Museum in New York (fig. 14). The architect resumes *suprematist* standards in the painting of an ideal city, distorted by anamorphosis processes. The heights, reconstructed in a 3D model, are inferred from the shadows of the objects, and from the geometry of the painted shapes. The last example shown (fig. 15) represents a *meta-architecture* inspired by Daniel Libeskind's work, through a preparatory sketch, carried out by myself with a graphic tablet. The idea of an "architectonic spatiality" is treated in Kandinskyan terms:

- to the point is associated the column;
- the line is a cut, an extrusion, a wall;
- the surface is a coverage.

The contemporary architecture can therefore be seen as Total-Art, which incorporates the painting, the sculpture ... the prosthesis.

### "Pyramids" or drawing as transformation of the visible

Gabriele Pierluisi

*The best of a drawings is the intermediate stages: to see appearing what will remain for another work.*  
Enric Miralles

The fundamental thesis of this writing is that the architectural drawing is to be understood as a manual and intellectual operation, which allows the development of the invention and of the architectural creativeness, in the passage from one form to another. In short, the interpretation of the drawing as the "site" in which the form of a space or of an object determines itself; the drawing as structuring material of the project process. First of all, some probably obvious considerations. Designing a space, planning this space through the drawing, basically it all derives from an operation of interpretation. The interpretation of a site, of a stratification of figurative memories that this site possesses, of a conceptual and physical sphere that a certain reality presents. In the architectural project it is necessary to interpret the symbolic and social schemes, and also those *prestazionali* (which means that they are giving a description of the performances) that a building or an object has to represent. Finally must be interpreted the forms and the previous project figures that an architectural sign involves, and the aesthetic problems of the discipline in an exact historical moment.

*To interpret* means to understand, re-formulating in a new form what has been understood; basically, the interpretation consists in showing something. In the figurative sense, where interpreting means to produce some forms and some things, images, gestures or plastic forms, the interpretation is structurally correlated to the production and to the communication. In this interpretation of the space-data is nested the inventive act. The inventive process has its origin in the learning and transcription operation of the data (the interpretation of the world) through the production of images. The invention in the figurative arts is a creative thought, which bases itself on the production of forms; only when a model is defined exactly, through a representation, in a form (and therefore become a "workable thing", an interpretative synthesis of a problem and, simultaneously, object it itself on which to reason), only then it allows the development of the invention. If for the invention is necessary, besides the factors that determine the selection and the attainment of the essential information, a creative swerve, a commutation of the form that involves and renders explicit a new dimension, the drawing is definable exactly as the *medium* of this process.

The architectural drawing, in relationship to the project activity, performs the formalization tool function that, in an extremely exact manner, determines some forms on which the logical activity of the project can start. Through subsequent specifications, the form approaches itself to what we want to signify and it specifies, in an unequivocal manner, the architectural interpretation of a problem. The "temporary" formalizations of the architectural problem constitute some subsequent support platforms to the imagination and to the logic, in a way to reach higher definition levels of the same problem.

Within this process, made of the continuous construction of significant representations, some images (sometimes one or more than one in each project) set themselves up as guidance figures. These figures have the characteristic to define, in a sufficiently large manner, but yet exact, the aesthetic range of the architectural work that you are planning; it is a matter of different figures, which can be, from time to time, plans, sections, perspective views, but also architectural models and digital models. These images become the path through which the memory of a project is handed down, symbol-images of certain project methods or certain architects. They set themselves up as

stratifications of materials available for further interpretations in the iconographic archives of the discipline.

The project process, defined by the sequence of the "support" images for the determination of the form, enters therefore in close relationship with the communicative dimension of the project problems, or better, with the need to communicate the interpretation given to the project theme and the priority choices that the formalization has involved.

The era of the digital drawing, the mutations that this involves in the disciplines of the project, seems being guided by a key word, which is *inclusivity* ... in alternative to *exclusion*. The exclusion has always been, till the latest vanguards, the formality through which ideas, values and new techniques imposed themselves. The "new" architecture, with its exact methods of formalization and an organization of the project, involved a radical revision, if not a zeroing of the previous one. The priority profoundly changed, the value scales re-written, define a condition of ontological re-founding, which allowed a "new" creation.

All this does not seem believable anymore, for the shrewdest ones, in this digital era. The same production technologies, in fact, because of the ductility of their means and of their languages, seem to suggest a side-by-side idea of the traditional ways of design with those more "unscrupulously" technological. Of the traditional drawing and of the other methods of project formalization remain, in the digital era, those that are more strongly tied to the essence of the project idea and to its organization. Of the formalization techniques historically determined, remain useful, or better strengthened, those free from artificial passages of organization, therefore arduous constructive processes of the form, these last easily replaced by the very efficient digital syntheses. The expression and the production formalities, nearer to the pure project idea, are therefore emphasized. For instance, in the architectural drawing, the so-called *technical pen-and-ink* drawing has been totally replaced, whereas the role of the sketch, on the contrary enormously strengthened, remains irreplaceable; so, in the sphere of the photography, the photography of documents on pellicles is disappearing, gradually replaced by digital imaging, but the black and white photo print so often used in research activities can hardly be replaced and so neither the particular techniques of development and printing of films connected to it. The new techniques of

formalization are placed, after all, side by side to the more important techniques among the previous ones, constituting an inclusive system of production means and of configuration of the project process. It is also inclusive the way the new technologies are able, thanks to the reduction in the binary system of the information, therefore because of their increased filing potentiality and of memory, to transcribe the preceding visual expressions. It is possible to use digital drawing applications on digital scans of images produced with traditional graphic techniques and it is usual to work on the photo in a way to produce images of new formulation. In other words, it is possible to have a general manipulation of the materials that constitute the image.

The new technologies seem to prefer the productions with “mixed techniques” and the “transformation”, as structure principle of the image. Evidently the production system brings to an inclusive art, which collects and transcribes all the foregoing work. This condition of *inclusivity*, which pervades our modernity, subtends and implicates a meaningful change of some reference paradigms in the production of the project. It is of interest to underline in particular the exalted presence, in the new representations, of a certain type of spectacularity, a kind of expansion and extension of the communicative capacity. This spectacular hyper-propagation of the concepts aims to strengthen the extra-disciplinary communication, in a diffusion of the aesthetic message to a large audience. This implies a widened conception and condition of the project disciplines, which more and more move on their disciplinary borders and which use, more and more, the know-how deriving from the neighbouring artistic disciplines.

The objects delegated to the communication – photos, images, models, installations, publications – become therefore main elements of the project production, often able to replace, or to place side by side, the final result of the project operation, the constructed space. Or better, it seems that a different architectural aesthetic is still under experimentation, deriving from the formalization process through the digital technologies, where the abstract aesthetic research data prevails on that of real and concrete architectural application. It is possible to individualize contemporary architectural researches, in which the representation, understood as formal processing that results from the relationship between production techniques and deriving forms, has

an autonomous dimension, trans-architectural, of pure aesthetic research.

This continuous oscillation, on the limit of different disciplinary fields, defines a widened cultural dimension in which the project finds new key figures that concisely represent it.

Concept images synthesize (as in an advertising slogan) the relationships and the program that are at the base of the project and that delineate the exact and definite form of it, always more as figure. The aesthetic of the contemporary architecture works with strong iconic images, able to communicate without too much mediation. These figures derive from a poetic interpretation of the bonds and of the programmatic conditions at the base of the project, and from their transformation, in figurative sense. So, somehow, this hyper-communicative icons define the relationships among the program, understood as a sphere in which the architecture and the project is produced, the physical and theoretical site, understood as a conceptual ambit of the project and the model, which define itself as preceding logical and figurative-iconographic of the same project.

Undoubtedly the transformations tied to an always wider use of the digital production techniques, in relationship to the conception of the architectural project, are still hardly appreciable; but among these, which seem to prelude to some structural modifications in the project research procedure, must undoubtedly be enumerated the use of the digital model.

In extreme synthesis the matter in hand is to construct an object in three dimensions, model of the project, from which it is possible to draw a certain number of representations. From the model, in fact, derive the perspective images and the renderings, the films, the animations, the sections and the plans, but also the scale models and in case, for very sophisticated models, the estimative calculations of the costs and of the materials. In reality, it is necessary to construct different models depending on the representation requirements and of the use. Hardly, in fact, a model, from which you can produce renderings, is able to coincide with a model from which to extrapolate a metric calculation. After all, the execution technique is conditioned by the result to achieve and, viceversa, the result is determined by the execution and by the technique chosen for the production (in the case of the digital model is determinant for the result, for example, the choice of the software).

Following these reflections on the existence conditions of the architectural drawing, in relation to its capacity to interpret the space, I will here show some views, true-to-life representations, and re-elaborations of an emblematic object of the city of Rome: the Cestia Pyramid (figs. 16-22). The drawings are part of a series of studies of meaningful sites of the city of Rome, from the object to the peripheral urban landscapes. The image sequence of the Cestia Pyramid is, here, useful to define the role of the true-to-life representation and the importance that this has in the concise description of a site, in the aesthetic construction process of the above-mentioned architectural form. In fact, the drawing, the true-to-life representation, is, in short, the interpretation of a space through the production of images. This drawing and get-to-knowing, is here interpreted as the first action of the formative process of the architectural design.

In the direct relationship between the architect and a space, in the act of interpretation of the reality data, of which the drawing is testimony, is defined and formalized the “landscape” (in wide sense from the urban to the architectural object) as visual form of our culture. The landscape as figurative definition of a relationship system. The landscape, finally, as coercion of the form of a site and of the reading which is made of this site.

The formal synthesis done, the reduction to a pure sign, the definition of a new aesthetic object that derive from what is seen (the drawing or the image produced), become possible through the definition of a hierarchical system, which allows a substantial selection of the seen, in the represented. The synthesis of the drawing is given by an accentuation of the interpretative data of the drawn object, in communicative function. The interpretation and the extrapolation of some structural concepts of the represented architectural system, allow to the life-captures to set themselves as the first syntheses that an architect gives of a space, they are the first steps for the project interpretation of the reality. The true-to-life images set themselves as a first aesthetic object on which to base the formal research on a site or on an object; these images are the first stage of a system of operational and conceptual passages on which the project of architecture grows. In this sense it is meant to individualize, within the transformation idea, the most profound identity of the architectural drawing. The graphic work consists in moving, form after form, image after image, the aesthetic of a site or of an architectural object (and therefore also the idea that I have of that site

or object), in the dimension of an overall formal re-configuration of the represented space; defining a new synthesis of this space, obtained moving the forms, sawn and drawn, from one condition of existence to another.

In this development hypothesis of the architectural form, through its representations, the possibility to use mixed techniques, from the sketch to the digital drawing, allows many ways of production of the project image and an additional variety of profitable deviations. The production technique, nothing better than the drawing is useful in showing it, is determinant in conditioning the final aesthetic result, and therefore also the compositive part of the formalization.

### Programme for an ideal course of Descriptive Geometry in the Two Hundred and Twelfth Year of the Republic

#### Riccardo Migliari

What is Descriptive Geometry? According to me it is a tree that has its roots in the history of the ancient world and its leafy branches in the Third Millennium. Gaspard Monge is just a branch of this tree. This is a point we must be clear on, otherwise the discussion could be closed here. What I want to say is that if we limit ourselves to consider Monge's Descriptive Geometry (namely the orthogonal projections rigidly associated, the traces as identifying element of straight lines and planes, etc), then we would have to conclude that it is of no use anymore and that it may as well be kept in a museum, for the joy of the Historians of the Science. But it is not like that, because the Descriptive Geometry has always been even, axonometry, perspective, photogrammetry, theory of shades and chiaroscuro, study of the surfaces and of their properties, namely something wider and in continuous evolution. So, I believe that this tree is, today, more than ever luxuriant. Let's now ask ourselves how the Digital Era may affect on such development of our science. In many ways, obviously, but one I believe the most important, because it has the value of a unifying concept. The Information Technology allows, in fact, to transform the various forms of technical and artistic representation the one into the other, namely the innumerable applications of Descriptive Geometry. Let me explain what I mean with a couple of examples. Nowadays it is possible to represent a surface, it does not matter if with a pencil or

by means of a computer, and to transform it automatically into a physical object, namely a scale model: there are machines that can do this "miracle". But it is also possible to do the opposite, namely to transform a scale model into a technical drawing. We can also take some photos, which are nothing else than perspectives, and transform them automatically into a digital model; and so on. To say it shortly, the boundaries that once clearly separated a sketch from a plate constructed with geometric accuracy, a photo from a perspective shaded with a pencil, a drawing from a *maquette*, has completely faded away. To the point that we strongly feel the need of new linguistic conventions capable to unify and to distinguish, at the same time, these new manifestations of the representation. I believe that the appropriate word is an ancient word, which should be used in new way: this word is *model*. And I also believe that these transformation processes, which change one model into another, deserve some attention. They are, as a matter of fact, not simple variations without alteration of the contents, but, on the contrary, they modify from time to time the wealth of the model, its expressive potentiality. In fact, the transmutations of the models are moved by the planning or interpretative intent of the designer, whether engineer or architect, and they converge, therefore, toward an abstract Model (with the capital M), that we can identify in the project idea. So, I believe that our discourse on the teaching of Descriptive Geometry should refer to an ample conception of the architectural drawing: as a whole of all those models – graphical, physical or digital – that, transforming themselves the one into the other, converge toward the project idea. I said "I believe", but I must specify that this idea did not develop autonomously within my mind, but through the comparison with several colleagues, even belonging to other disciplinary areas; a comparison which has not yet come to an end and that has found its natural home in an Internet site [www.rappresentazione.net](http://www.rappresentazione.net) dedicated, precisely, to the drawing as Model. These are the theoretical presuppositions, but every theory is richer when it is turned into examples. So, I have thought again about the teaching of Descriptive Geometry in the era of the computer, and I asked myself how I could exemplify our theory. It seemed to me that the best way to do it were to outline the Programme of an ideal course, a course of Descriptive Geometry, precisely, Two Hundred and Twelve Years after the

tardy baptism of our science. This is, of course, pure utopia, because one year of study would not be enough to teach all the subjects mentioned below, but five years may be enough if the subjects, which belong to our disciplinary area, were extended to cover the whole course of a graduate degree (*Laurea Specialistica*). And I would finally like to warn that there are still a lot of gaps and excuse myself for not having remembered this or that subject matter of primary importance to somebody.

My programme is divided into seven parts:

- an opening lecture,
- the fundamental theoretical principles that are common to all the models,
- the theory and the applications related to the graphical models,
- the theory and the applications related to the digital models,
- the techniques related to the construction of the physical models,
- the technique of transformation of a model into another,
- some experiences of virtual laboratories.

The *opening lecture* should only illustrate the idea of the drawing as Model (fig. 2), in a way to frame and justify the subsequent developments.

The *fundamental theoretical principles* are those, which superintend to the construction of the models and to the operations that can be carried out on it. These are concepts which belong to the projective geometry, as the projection and section operation and the projective relationships among the plane forms, but they are also concepts of the elementary solid geometry, as for example, the construction of perpendicular planes and straight lines, or the construction of the straight lines of maximum gradient of the slope. At this point, two basic matters must be taken into account: the first concerns the fact that without these concepts it is not possible to work even in the most advanced of the digital environments (try, for example, to construct the aforesaid straight line of maximum gradient of the slope); the second matter concerns the synergy that arises from the metamorphoses of the models (a "three-dimensional" digital model clarifies better the plane homology than any other illustration). These concepts are also useful to understand the true nature of the object, which appears beyond of the window opened by the computer on the virtual space of the model, and namely a base of information (metric, mathematical,

topologic), which reveal themselves in an endless series of bi-dimensional images.

The *theory and the applications relative to the graphical models* are those of the traditional Descriptive Geometry, provided it is understood in its historical development, as said above. It is not possible to renounce to these principles, at least because they guide the hand that performs a sketch and because this sketch, with its powerful ability to allude to the Model without rendering it explicit, is still the fastest mean that we have to represent an idea. Even here, however, it is convenient to take advantage of the synergy of the transformations, as it can be seen, for instance, in the parallel treatment of classical problems as the multiview orthogonal projection (fig. 23) or the perspective. I believe that in the chapter on the perspective should be inserted a paragraph dedicated to the optic-geometric principles of the photography and of the photogrammetry, also to clarify the digital developments that will ensue at the right time.

The theory of the shades and the chiaroscuro (fig. 24) may be seen not only as necessary to a skilful use of the watercolours, but even as a tool to understand the performances of the most known rendering algorithms; just to make one only example, it is not possible to explain what the use of the radiosity is, without mentioning the theory of the reflections, neither what a specular channel is, without mentioning the theory of the bright points. The study of the polyhedrons, much neglected in recent years, at least in the Roman school, becomes topical again because it introduces us to one of the models mostly used in the digital world: the one based on *mesh* surfaces. And, to complete, this chapter has to include the geometric locus surfaces in general, and the ruled surfaces in particular, namely those surfaces which can be controlled with the exclusive use of graphic means. Nevertheless I do not believe that it is necessary to represent graphically these surfaces: I think, on the contrary, that the pure and simple digital representation is the best mean for an in-depth study, which looks at the concepts, more than at the graphical ability. Try, for example, to construct, within the digital model, the directrix parabolas of a hyperbolic paraboloid and you will see with how much efficacy and simplicity it is possible to face, today, in the teaching, problems once unsolvable.

The *theory and the applications relative to the digital models* include, first of all, some definitions as that one which distinguishes the numerical models (which

describe the surfaces in discrete form), from the mathematical models (which describe the surfaces in continuous form). The theory includes also some base concepts, as the distinction among simple perimeter, plane face, surface and solid, distinctions that are never rendered explicit in the traditional Descriptive Geometry, because left to the intuition.

We must also consider, as already in the graphical models, the projections or “sights” of the model and, among these, those that appear in real-time on the screen, but also the graphic ones, which can be generated automatically (fig. 25).

The theory of the shades and the chiaroscuro becomes here study of the effects and respective techniques of digital rendering, as Lambert’s law and Shading, the theory of reflection and Radiosity (fig. 26), aerial perspective e volumetric fog or particle generators; complex lights and HDRI, the technique recently developed at the University of Southern California. To the polyhedrons correspond the mesh surfaces. To the geometric locus surfaces correspond the NURBS surfaces, which appear, in all, as a generalization of those, the solid models.

The *techniques relative to the construction of the physical models* include the traditional ones (such as plaster) but also the techniques of rapid prototyping applied to the architecture in a specific way, besides to the design. But on this point our universities are very backward in comparison with the panorama offered by the European and American institutes. To realize it, it is enough to make a short reconnaissance visit on the Internet.

As for the *techniques of transformation of a model into another*, it would at least be necessary to explore the transformation of a numerical model into a mathematical model (fig. 27), also as an example of the reading of a whole of experimental data by means of an interpretation, namely of the form that better interpolates those data. But the automatic transformation of the photographs, i.e. perspectives, into a mesh model is meaningful, too. Finally, the transformation of the physical model into a digital model (fig. 28) or graphical assumes a peculiar importance.

The last chapter is that of the *experiences made in a virtual laboratory*, I believe, in fact, that it would be very reductive to deprive a course of Descriptive Geometry of the possibility to test the acquired concepts. I would like to conclude by giving some short examples of this

activity. The concept of bounded sight may be clarified, exploring the mutations of an illusory space with the varying of the position of the observer (fig. 29).

Even the solid perspective may be experienced, for instance, in the virtual reconstruction of the Ames room (fig. 30).

The anamorphosis can be illustrated both seeking the position that discloses the hidden message (fig. 31), and constructing a virtual form of it (fig. 32), and also observing and constructing a cylindrical anamorphosis (fig. 33).

The complex plates in the treatises of stereotomy can be transformed into solid models of the single ashlars and of the whole (fig. 34).

The more complex surfaces can become forms, which constitute as many project suggestions.

The same may come from the study of the algorithms of growth of the natural forms.

The rendering may be used to study the pictorial representation of the light and from this study can derive new techniques of digital shade rendering, different from the photorealism and maybe more suggestive.

Finally, the great chapter of the drawing of the architectural order, which, let us remember it, belongs, by hereditary right, to the Applications of the Descriptive Geometry, may find new impulse in the digital modelling of the plates carried out by the writers of treatises.

Maybe, at a first reading, this Programme for an ideal course appears as a heterogeneous whole of subjects. But it is an optical illusion, an undesired effect, due to the density of the words and the ideas that the words bring with themselves. In reality, it is not so at all. This Programme, in fact, wants to highlight the correspondences, many and illuminating, among the methods of graphic representation and the methods of digital representation; and at the same time it leads these correspondences back to the unifying idea of a model, illustrating the possible metamorphoses of the models and the strong synergies that arise from their comparison. This is, I am convinced, the future of our science.

This is the transcription of the intervention kept by the author on the occasion of a seminar on the *Teaching of the Descriptive Geometry in the Era of the Information Technology*, which was held in Rome, in the *Aula Magna* of the Faculty of Architecture “Ludovico Quaroni”, during the 23<sup>rd</sup> and 24<sup>th</sup> may 2003.

## Second Part: Reflections

### Graphic modelling and digital modelling: conflict or synergy?

Camillo Trevisan

The question posed in the title touches a very raw nerve and allows important themes to emerge, which concern both the didactics of the drawing – the ways and the more productive methods to reach the result of being able to “see” and to make the architecture visible –, and the aspects more properly tied to the ideation: the being able to plan and to control the architecture and, more generally, the project, including therefore the project of design, too. There are concrete and theoretical aspects that, interlacing and overlapping, will render necessary a careful analysis, without prejudices.

What the digital modelling is, is of simple definition and, by now, of immediate comprehension: it concerns the methods and the tools useful to the creation, the control, the change, the consultation and, finally, the representation and the exploration of the three-dimensional digital model. The model itself is constituted by a whole of three-dimensional “entities”, each endowed with geometric and descriptive characteristics: so, for example, a straight circular cylinder will be unequivocally individualized and placed in a space by its own specific quality of being a straight circular cylinder and by the coordinates of the two centers of the base circles and of their ray. The Cartesian system of reference, which coordinates the whole space, is therefore the base of the digital modelling. And it is, therefore, above all the tridimensionality of the digital model that overwhelms procedures considered indelible. Not being anymore absolutely necessary to “represent exactly, on a sheet of paper, which has only two dimensions, the objects that have three dimensions”, being able, so, to immediately reach the point without intermediate passages, the digital modelling, simply and maybe dramatically, doesn’t require in-depth knowledges of the Descriptive Geometry.

This is a central aspect systematically proposed by every technological innovation. For example, the necessary abilities to repair or to drive a car are completely

different from those, not less noble and wide, required to drive a coach and four horses; so as the aptitudes and the experiences necessary to use a typographic press are very different in comparison with the work of a copyist-calligrapher. Is it so necessary to know how to drive a coach to be able to drive a car? And, in this case and still for example, is it propaedeutic for the CAD to know the method to measure the distance between a point and a straight-line in the two Mongean orthogonal projections, or is the contrary true, namely to say that, knowing and being able to operate directly in the three dimensions of a space, the methods of the descriptive geometry assume a logic completely natural, almost inevitable, besides of more immediate comprehension? If the main didactic aim of the digital modelling has still and inevitably to be that of teaching the student to know how to read, write and mould the architecture, the enormous existing operational discordance between the two systems, and the great difference of tools, require however a general revision of the didactic methods and of the intermediate targets.

### Graphic and digital modelling: differences and affinities

The representation, especially in the sector of the architecture, is characterized by a great “graphic inertia”: comparing its development with that of the civilization we could almost think, for certain aspects, of a kind of inactivity. The digital modelling fixes, without doubt, a point of discontinuity and, as it often happens in these cases, it may even generate disorder and chaos. Yet, the moments of passage impose even a reflection pause, determining a new invigorated equilibrium of the forces.

Following the more evident appearances but not the most meaningful, we could make an attempt to define as digital modelling all that which concerns the analytic sphere and graphic modelling, all that which pertain to the analogical sphere: the tool used, so, would determine the affiliation and the whole difference. But this comparison is without doubt too rude and superficial.

At a first sight, in fact, the two ways of modelling would

appear very distant, nearly opposite in the methods and in the tools. The digital modelling is in fact entirely analytical, when the other method is purely analogical. The first constructs a complete model and, therefore, three-dimensional, whereas the second, normally, defines the model by means of plain representations. In this last case the model is all and always mental and it can be controlled and constructed through the creation, the control and the intersection of bi-dimensional representations: all here has to concretize itself in the two dimensions of the plane, exactly as in the CAD where all is created, instead, in the three dimensions of space. The first method uses the definition of a model independent from the representation scale (the digital model is in 1:1 scale with its corresponding real model), the other method does obviously not, since the scale is fixed *a priori*. The digital modelling consents, at least in theory, full freedom of choice of the form of representation and separates conceptually the construction from the representation of the model, while in the other field there is an apparent coincidence between model and representation and full correspondence between representation plane and construction plane. In the “traditional” drawing we see a proliferation of methods and peculiar cases (for example, the different methods for the construction of perspectives), while the CAD tends to the algorithmic unification (for example, the projections and the geometric transformations do all refer to one only algorithm).

The digital modelling, especially the solid modelling, is near and in accord with the procedures of physical construction (think, for example, about the Boolean union or subtraction), whereas the other uses “abstract” procedures. The descriptive geometry requires the knowledge of a whole of specific methods, which consent to construct the bi-dimensional representations, whereas, in CAD applications, it is enough to know the elementary geometry and it is, instead, essential to learn to use the tools, which allow the construction and the exploration of the model. The digital model is endowed with hierarchical structures – organizing and collecting the entities in wholes organized and connected of elements; relation structure that may arrive to the point

to predetermine possible geometric variations of an entity at the varying of other entities – whereas the graphic model, at a first sight, is devoid of it. It is “dynamic”, allowing a wide range of modification possibilities, whereas the other is static. The digital solid model is necessarily complete, connected and congruent, whereas the “traditional” representation of the object is often incomplete and fragmented. But, on the other hand, the analogical charts furnish information even if not complete – the quality and information quantity associated with the chart is directly proportional to the refinement order and of completeness – while the digital model prove to be entirely usable only when it is complete: the quality and quantity of information that can be drawn out of the digital model is therefore not proportional to the work performed, but it is defined by spin jumps. The freehand drawing stimulates the sensibility and the direct perception of the proportions, the manual ability, the “at-a-glance” approach and it may be evocative and vivid, whereas, using a CAD application, it is necessary to discretize, numerically, a reality that we perceive as analogic and continuous, attenuating therefore the perceptibility and the tangibility of what we are modelling.

Finally, a digital model is easy to transmit over a network or a LAN, without any quality loss, and it is very suitable as a base of an overall informative system of the building at the planning phase, as locus of information accumulation of disparate character and, to conclude, it is perfectly able to generate verifications of the dynamic behaviour of a building, as well as of a design product.

Yet, many methods, many capacities necessary to obtain one or more forms are, in fact, coincident or similar. And this because purposes and uses are often coincident or similar. For example, the dis-aggregation of the elements that compose the model, their identification – understood from the architectural and historical point of view, of the form, of the static and of the functions – are analysis actions demanded in both cases. In both cases is necessary an analogous capacity of synthesis, too: how can we represent or construct, by means of a computer, an ionic capital, or a window frame? Which elements of these objects are more significant than the others? A model, either graphical or digital, is, in fact, necessarily selective, even if with different meanings of the selectivity. Therefore, a representation obtained by means of a computer cannot

be distinguished programmatically from an equivalent representation created with methods that we could define traditional. The way to reach the result is different; the ways of utilization of the result itself are analogous.

But the digital modelling does not limit itself to represent the model on the plane: there already exist tools that project the digital images directly onto the retina, supplanting completely the classic methods of the plane representation and the passage from digital model to physical model is, indeed, totally automatic. So, in future the architect will use always less the canonical representations and always more the digital model, without intermediaries, almost as if it were a physical model with, moreover, the easiness of the construction, the de-composition and the modification. And even the construction and control tools of the model are always more abandoning the two dimensions of the plane, completing the whole process. So, the digital modelling opens up to an intense colloquy with the architectural planning, it almost becomes integrant and indistinct part of it, contributing to modify the project routine itself, both in the methods and in the sequence of the phases.

Another aspect to deepen is, without doubt, the operational aspect: immediate and direct the construction of the graphic model, as rigid and severe the construction of the digital model. One of the most interesting present-day research lines in the field of the digital modelling – a research, however, which certainly will not bear fruit immediately – tends to reduce the operational rigidity and woolliness typical to this kind of modelling approach, operating exactly on the first phases, those more tied to the creative process. In fact, nowadays, the digital modelling presents a curious paradox: the real and immense operational freedom is translated, however, in the necessity to foresee the effects of each single action, arranged, necessarily, in a sequential chain structure, almost as if it were a chess game in which each movement might be ruinous or decisive. In other words, the spontaneity of the idea has often to give way to the constructive necessity. Another research line, in various ways overlapping the previous ones, deals with simplifying the interface of the software devoted to the digital modelling. Too often, in fact, it happens that the architect is distracted from concentrating on the development of his idea because of the necessity to remember the use of a function or to follow a certain procedure.

## Necessary synergy

Having outlined, briefly, the specific characteristics and the “qualities” of the two modelling systems, it is therefore possible to try to give an answer to the initial question: conflict or synergy?

Synergy, without any doubt. Necessary synergy, also because a conflict would not have any sense, provided that it has a meaning, sometimes, in other contexts. The conflict, which would inevitably see the almost total disappearance of the first to advantage to the second, would implicate the abandonment of millennial experiences, would make it difficult, to the non-expert, to read an enormous whole of precious documents of the past, even the recent past and it would decreed the death of a language, or better of a whole of languages, which cannot and must not die but which, on the contrary, must find new forms of use exactly within the non-conflictual comparison.

It is interesting to observe what happened to the science of stereotomy, undermined in a few years time by the descriptive geometry method. The stereotomy has, or better it had, the purpose to “generate”, control and construct the architecture, defining it in all its parts, in each surface or arsis, operating with an impulse analogous more to the digital modelling than to the method of the descriptive geometry. Monge’s codification has brought, in a short time, to its disappearance, or better to its inclusion, partly humiliating, modifying therefore also the project methods, decreeing, in reality, the end of some architectural types: the *trompe*, the staircase of Saint Gilles, for example.

But the concept of synergy implies necessarily a use complete and aware of the different methods, certainly including the stereotomy, each of which employed following the proper peculiarities. The idea is a great deal simple, and maybe therefore subverter and heterodox: to transform the teaching of the fundamentals of the descriptive geometry from representation method to pure critic tool of knowledge. So, not anymore the exclusive teaching of the descriptive geometry methods but also of the projective geometry, analytical, of the history of the geometry and of the representation methods, of the analysis of a manufactured article and of its representations in the course of the time. The descriptive geometry has lost, or is losing, the operational supremacy – it is certainly not anymore the only necessary passage to be able to

“read” and, above all, to “write” a representation; surely not a three-dimensional representation – but, almost paradoxically, it could become the most useful tool to really understand and tie the CAD – tool a great deal lacking in history, if seen in its purely technical aspect – to the history of the methods of representation.

### A didactic proposal

Wanting to proceed directly to a proposal for the didactic, we could therefore think about a first approach by means of the freehand drawing (proportions and control of the hand), the construction of physical models, the study and the deepening of the elementary geometry, the norms of the architectural representation. In a second phase we could usher the digital modelling, both from the technical-operational point of view (pure and simple control of the means), and from the projectual point of view, to allow the verification, the development and the transmission of the project through the means in use nowadays. A third phase should include the survey, obviously also and above all in its digital aspects and make emerge the infinite ways of translation of one model into another. Finally, in the biennial period of specialization, we could return to a deepening of the cultural aspect of the graphic modelling and its historical preambles, spacing transversally in all the fields, without distinguishing clearly between the digital modelling and the descriptive geometry. The study of the descriptive geometry methods, in this point of view, would result very useful to justify and to give consistence to the overall historical path done by the representation and by the graphic modelling over the course of the millenniums.

Seen the continuity points and, above all, the discontinuity among the methods, but even the possible synergy, and ascertained that already today, but always more in future, the project phase uses almost exclusively digital modelling tools, it is therefore essential indeed to define which knowledges and experiences are and will be, always more, necessary to the students to be able to operate with skilfulness in this field.

First of all, it is essential that the student knows, always, the location of the observer and of the representation plane in comparison to the reference system, unique and immobile in the space. Since, in the CAD software, the representations are generated with computer-based

formalities, more than the generating methods it is in fact fundamental to know how to control the variations and to know how to foresee the outputs. The enormous facility and the production rapidity of an unlimited range of representations may involve the tendency to neglect or to consider not very useful these abilities, except for, later, losing themselves in the infinite variability and, above all, not being able to produce formalized and meaningful representations: quite often students who are confident in using a computer but not yet very well acquainted, believe they can solve the problem of the transmission of the idea and of the shape by means of a pure and simple saturation, using the quantity rather than the quality of information. Instead of dividing the classes into the various types of plane representations, using even very different techniques and constructive methods, on the contrary it could be very useful to merge them into the unique true generative algorithm – which sees, as protagonists, the projection plane and the projection center –, analysing the *continuum* of the possible variations and classifying the points of taxonomic discontinuity. This line of behaviour involves also the not negligible advantage to increase enormously the capacity of the student to reason, to move, to see and to think in three dimensions and not only by means of projections, but rather tying the various projections to the three-dimensional model and then putting them into the space. An apparently little attitude variation produces therefore a great conceptual jump: instead of reproducing, mentally, the model starting from a whole of plane representations (or viceversa), the aim is to construct an organic and three-dimensional whole, altogether linked to one only and immovable reference system. The Cartesian system supports therefore the three-dimensional model (mental, but also digital and therefore “real”) but also the representation plane and the relative projection centers, with reference to the various sights possible. In this way, the student will always be able to connect, in a closed and non-stop cycle, the physical reality to the digital model and this last to its representations: to imagine, to plan, to survey, to construct, to explore, to represent will be, if not interchangeable operations, at least fragments parallel and connected of an unique and well-connected procedure.

Another important point consists in having full knowledge of the relationships between analytical geometry and elementary geometry, namely between numerical condition and graphical condition. All the

procedures of the different modelling software do head, of course, to algorithms of the analytical geometry – and consequently they require that the user knows at least the principles –, yet they refer operationally to the classic tools and the entities of the timeless Euclidean geometry.

It is furthermore essential to have full awareness of the difference between representation plane and construction plane, often placed in the same space with different lyings. In the traditional drawing these two planes coincide, by definition, but it does not happen so operating in the three dimensions of the space.

The student must also be able to foresee the constructive sequence and the modifying possibilities of the modelled objects, their organizational structure and the logic and spatial relationships that intervene among the various parts: the use of variational parametric software allows without doubt to deepen these themes, fundamental for the control of the project.

The student must also know how to use the model to experiment and to find answers to questions that concern the representation, the planning, but also the history of the architecture or the form of surfaces and volumes.

Finally, but not last, it is also important that the student knows how to represent, to explore and to communicate entirely the digital model, exploiting in-depth the technical and expressive opportunities of that mean.

The points stated above make us, besides, become aware of a very delicate matter, political more than didactic: wanting to avert ourselves from some classic and peculiar regulations pertaining to the drawing Area, how can we preserve, or even increase, the autonomy, the specific qualities, the identity of the disciplinary Area? This is a point that, without doubt, needs to be further deepened: it is certainly not resolvable ignoring it, neither thinking to limit ourselves to hold the position, continuing to provide education that always more is detached from the real didactic necessities of the faculties of Architecture, but also of Engineering and Industrial Design.

First of all, I believe that it is essential to provide the digital modelling officially with a *corpus* of autonomous scientific tools and not already belonging to the fields of the Mathematics, the Information Technology or the Planning. But the digital modelling possesses, intrinsically, a further and exclusive quality, which usefully could be put to good use: it allows an easy

transformation among the various possible models, obtaining a real metamorphosis that converts the bi-dimensional graphic model into its corresponding three-dimensional model, this last into a physical model and viceversa. In this sense, the term *digital modelling* should assume a wider and fully-articulated meaning in comparison with the pure construction and management of three-dimensional models. It must include the freehand drawing, the physical modelling, the study and the survey of the form, of the surfaces and of the volumes, even if accomplished with other tools, different from the dear old wood pencil, from the reliable double meter, and, finally, from the traditional methods of the descriptive geometry. The digital modelling could therefore allow us to come to a kind of unification of the forces, able to link and to coordinate all the various sectors of the Drawing field. Finally, it may turn out to be particularly useful to activate and to sustain specific connection and communication tools – first of all Internet, of course – in a way that the various teachers can, jointly, develop ideas, didactic experiences, methods, tools and services; overcoming thus the pioneering and individualistic era. We now have at our disposal a “new” tool, a tool which, at this point, is about to be mature, but which is still in continuous and very fast evolution: so our attitude has necessarily to be as much new and, in the same time, flexible, open and able to adapt itself, rapidly, to the continuous innovations, as well as accumulating, as they arrive, the necessary substratum of concepts and methods, fundamental and firm, that will allow this discipline to define itself as a science.

## About the drawing and the model: representations for Industrial Design

Marco Gaiani

### About the drawing, about the model

One of the most remarkable works of architectural representation handed down by history, for the quality of information and the systematic nature of the description are certainly *I Quattro Libri dell'Architettura* (The four Books on Architecture). Andrea Palladio in Venice wrote this book in 1570 in a great hurry and on occasion of a competition (PALLADIO). The author wrote all the material out in fair copy, including the organizational and didactic structure that he had accrued and elaborated in a period of more than thirty years and progressively enriched with his copious professional activity, without, however, having had enough time to publish it. *I Quattro Libri* show, in a mature form, a method to conceive and to represent the architectural project, as a whole and in all its parts, which, until the advent of the digital systems, has not changed and which, in a wider sense, is one of the few examples that may bear a relation to the drawing of the Industrial Design, among those that precede the birth of this discipline, in the way that we understand it today: a system that presupposes the industrialization of the process, the seriality of the production, a different dimension in comparison with the architecture.

The drawing of industrial design, in fact, has usually been considered as equal to the drawing of the architect or to that of the engineer; at the most, in recent times, we have thought of a kind of crisis of the two, without reflecting upon the fact that the fundamental peculiarities that characterise it, propose a substantial diversification of it. It is first of all “rapid” and iconic, because its subject is destined to be understood, produced and consumed rapidly, but, at the same time, it is analytical and complex, because it is addressed not only to furnish the substratum of a following realization, but to be, it itself, the final result of the process, a real prototype, which makes the architect (the designer) not only the deviser, but the builder, too. The drawing of industrial design is also a discipline that must satisfy the fundamental demand of a system that sees, in the visualization and in the rapid transferability of the information, its fundamental paradigms and, therefore, it is destined to seize, with vigour, everything that allow

it to emphasize as much as possible these characteristics.

Let's come back to our reference, Palladio's treatise, and to the representative structure that describes the different architectures, the characteristic that connotes it is that to consist in a reconstruction system of the characteristics of every single building that uses a scheme based on a plan and an elevation (for example the villas represented in book Two), which may be accomplished through some constructive systems and some proportional systems on the dimensioning of the rooms, the stairs and the decorative details published in book One. And if we observe with a little more attention these last, then we may make an extraordinary discovery: Palladio explains, in fact, with a wealth of details, how to construct the parts of the order, described geometrically, with plane constructions (the representation mean at his disposal as a project technique), whereas he does not add anything to some engravings at the part of the order that should have been “modelled”.

It was absolutely clear to Palladio, who did not have an aristocratic education but started as an engraver, how those parts could not have any reliable bi-dimensional representation of the project that allows the fulfilment of it, and they should therefore not contribute to compose, besides in the definition of a hypothetical stylistic method, the practical rules of a good builder (BURNS). To Palladio is evident a condition that, four hundred years later, though limitedly to the only question of the comprehension through representation (and not of the re-use in an operational way), was exposed with methodological severity by Abraham Moles, starting from the writings of Peirce and Morris (MOLES 1981). If Charles Sanders Peirce explains that an icon is “a sign that simply represents something because it resembles it” or “it takes part in forming the characteristics of the object” (PEIRCE), Charles Morris considers a sign as iconic when it is endowed with the same properties of its referent (MORRIS). According to his conception, the iconicity becomes a question of degrees: a film is more iconic in comparison to a person in a painted portrait, but it is less iconic than the person itself.

Abraham Moles, elaborating this proposition, constructs a scale that includes 13 degrees of iconicity, starting from the object itself and ending with the lowest degree, zero, represented by a verbal description. The identity is the highest expression of the iconicity and the illusion of the perceptive similarity, typically created in different

ways by the in-scale model and by the pictorial sign, is equally near to a situation in which the iconicity is devoid of identity.

Palladio's treatise, in which is to be found a certain way to work, presupposes therefore that the architectural project, as a drawing, cannot be an identity system with the reality, but it is substantially a series of schemes, which indicate the conditions of the realization and that are capable to guide a re-composition that must have a second actor, in the skilled workers, able to interpret them. To the skilled workers were also entrusted, entirely, the fulfilment of the necessary models for the construction and the definition of what had to be moulded. The two figures, the architect and the master-mason, within the *modus operandi* of Palladio, converge only incidentally into one only figure: him himself. What is of interest to us in this circumstance, is the confirmation, for the architectural representation of the separation between design and execution and of the utilization of the model as a designing tool, namely as a definition technique of the executive project (the shapes to define the profile of the vaults, the capitals, the columns, etc.) or of prototyping, in the sense of a direct realization of the finite object. In the pre-industrial era, the prototype coincided therefore with the finite object itself. It is easy, at this point, to conclude that the utilization of *maquette* as a designing tool belongs typically to the industrialization era, when the executive project becomes more important than the scheme because of the necessity to start an univocal and repetitive process, and that, till the advent of the 3D digital drawing, the conception and the fulfilment were independent parts, which coincided only in those rare moments in which the architect had the capacity to fulfil what he was not able to draw (from Michelangelo's *San Pietro* to Le Corbusier's *Nôtre Dame de Ronchamp*).

The digital paradigm has brought with itself for the first time, since the models appeared on the architect's and the industrial designer's scene, the possibility of not creating a scheme, but the matrix of the final object, which is not only similar to the reality in all its parts, but capable to generate it in an automatic and infinitely repeatable manner. The computer allows beside the utilization of the models not as simple static figuration, but as a simulation system, namely "the manipulation of a model, in its working within space and time, in order to allow the perception of the interactions not immediately apparent, causes their separation in space and time" (BERTALANFFY).

This writing wants to revive this fundamental theme of the project representation: that of the model as planning technique and therefore, implicitly, as didactic technique in the development of the planning method teaching.

It is of interest to us, therefore, not anymore simply the theme of the model as *maquette*, but as simulation, following what Jacques Guillerme has written more than fifteen years ago: "the model is an artifice that places itself within a planning process thanks to its (varying) simulation capabilities". And the development of the theme is already written in the following sentence by the same author: "it is worth of note that such a quality is not related with the 'scale', neither with the distortions that necessarily derive of it; it answers exclusively to a procedure of transitory substitution that involves some characteristics included in a range of plausible representations of the future object"

(GUILLERME, P 29).

Nowadays the simulation is not anymore related to the utilization of the physical *maquette*, but to the *in fieri* digitization of the model, to study the implications of the interactions among the parts of the system. In this development the simulations are generally iterative. A model is developed, it is simulated, we learn from the simulation, we revise the model, and we continue the iteration until we have developed a suitable level of comprehension. This quality is a great deal marginal in the traditional models, whereas it represents the characteristic of the digital models.

### About the origins of the architectural model

The history of the models shows some gaps and incongruities, because it is divided between two concepts: that of the approximate sensorial analogies and that of the abstract algebraic reductions whose visual simulations are only a recent evolution, marked by the tradition of the drawing.

The word "model", which derives from the Latin *modulus* and *modus*, evokes in any case the notion of measure, of regulation, of rate, of mode, of limit, up to assuming the platonic sense of "ideal form", of "paradigm" on which the material existences are regulated, as the Renaissance architects intended it (on the etymology of the word *model* see GAIANI 1993). In fact, a model, as the other forms of representation, has always been a scheme with clear codes capable to confirm the distance in comparison to the fulfilment (the

model is hardly ever a prototype or the generative matrix of the object) and yet it is a tool capable to develop a cognitive similarity. The modelling is therefore a cognitive strategy in which the idea of similarity, in comparison with the reality, plays a decisive role, a strategy that is utilized in different ways depending on which kind of model we are going to carry out. Several testimonies indicate how the model gains ground in the Gothic era, most likely supported by a very antique tradition, as "drawing" of the reality. It seems almost ascertained that at least since the fifteenth century, in north-west Europe, the primary tool for the formal transmission between architects and skilled workers were not the quoted drawings, but directly the wooden shapes – which already appear in Villard de Honnecourt's notebooks (*Livre de portraiture*, f. 1 r) – through which the stone-cutter was able to configure the ashlar in three dimensions.

The documentation of architectural models appears in Italy about year 1350 in the construction yard of *Santa Maria del Fiore* in Florence (PACCIANI e CRESTI). A "*disegnamento*" (describing model made of wood) was asked of Francesco Talenti, in 1353, for the adjoining Bell Tower; in 1355, and still of Francesco Talenti, was asked a "*disegnamento asempro di legniam*" (look-alike model in wood) for the solution of some problems bound to the side chapels and windows. The technique of the formal control and of the analysis of the static behaviour through describing models in wood or in masonry (as the great scale model made by Antonio di Vincenzo for the church of *San Petronio* in Bologna in 1390) could be related with the appearance of problems connected with the great Gothic vaults.

The construction of models has a very wide diffusion during the Renaissance, diffusion, to which the cryptical nature of the transcription of the third type of drawing is not extraneous, capable to represent the architectural project, indicated by Vitruvio in his treatise, *De Architectura* (VITRUVIO, I, I, 1), of whom began to flourish transcriptions and printed editions: one transcription, in fact, reached us in a strong duality of versions and oscillating interpretations between *sciografia* or *scenografia* (*skiagraphy* or *scenography*). Some commentators living during the former half of the sixteenth century, starting with Fra' Giocondo, were unable to resolve the doubt if it was a section or a perspective (plane, cylindrical, or however we would like it), and determined, so, to intend the expression as the definition of the model.

This was certainly a wrong interpretation: it is the etymology itself of *skiographia* and that of *skenographia* confirms it. The Greek term *γραφή* recalls clearly the position on a bi-dimensional mean (*σκηνογραφία* is, in fact, literally “the painting of the curtain”). What’s more, Vitruvius himself, in the course of his text, furnishes an accurate description of the *modulum*, besides the simple announcement of its existence (VITRUVIO, X, XXII, 2 e VI, *proemio*). The description of the models as an illustrative system, a posteriori, of certain effect on the customer, tied to its own conventional figurative modes (and as such largely employed during the Renaissance) and as a very convenient method for the description of the technological component of the objects, the verification of the static behaviour, or, even, the prefiguration of the same technological apparatus, confirms that the models were more than simply a projectual tool. Therefore, in spite of a frequent repetition of the term, that certainly induces the utilization of it, the progress that the period following the Gothic one offers us in the construction of the models is simply a significant conceptual boost (described by the etymology). It is, however, clear how the models stray from the reality, and that the variation of the ‘proportional relationships’ that they generate cannot be proposed to an architecture based on the relationships, as the classical architecture is. Andrea Palladio refuses the utilization of the models, being well aware that the difference between a scale model and a real building may determine perceptive discrepancies (PUPPI). “Geometrically, – explained Rudolf Arnheim a few years ago – a very big object has, in comparison with its surface, more volume than a small one; or more precisely, the surface increases as the square of the linear dimension, whereas the volume increases as its cube. In the mathematicians’ space, without weigh, a similar transposition does not make any difference, but when it verifies in the physical world, under the influence of the gravitational attraction, it counts quite a lot. [...] Reducing the distance from an object, increases the visual angle that determines the dimensions of an image received by the eyes. In a narrow environment, so, a relatively narrow part of a building, or of a space among buildings, fills a vast zone of the visual field and it may be observable only if the eyes and the head are moved forward and backward with cadenced movements. The visual experiences that result of it, are qualitatively different from those made when we

observe a model” (ARNHEIM 1977). Beyond their dimension as objects, the *maquette* had therefore a function of crystallization of a thought and of anticipation of a constructive reality and of their overall effects, which helped the architect to “get to know the beauty of a building of which he has conceived the idea even before he has started to build it” (VITRUVIO, X). It is this necessity to communicate the project, to satisfy the wishes of the customer who wants to “see in advance”, that is at the origin of the profession of an architect: he is therefore also a visualizer, and this, we will see later, is a fundamental aspect of the present paradigm of constructing and using the model. The models were anyway not a source of the creative work, neither a means for the *a priori* ideation. In comparison with this methodological scheme, a variation happens only over three hundred years later, with the 1/1 scale *maquette*, in the models of the industrial products. “In the strict sense, however, – underlines Maldonado – these cannot be called *maquette* but models with prototype functions. Though they remain models that serve to facilitate the preliminary or final decisions pertaining to a product destined to production in series, the prototypes can signify different intensities – for so to say – of modelling, in the sense that it may be more or less similar to the product to be carried out. In certain cases, for instance, the prototype concerns exclusively the bodywork or coachwork, and sometimes we apply to graphical means to represent ‘as if’, or better fictitiously, many details that later, in the practice, will become real operational function units. In industry, these prototypes are called, normally, non-working. In other cases, the prototype is called semi-working, since some of the units are workable, but with the aid of *ad hoc* mechanical devices, which are not the definitive ones. And there are, to complete, the prototypes that, excluding some small details without importance, are nearly identical to the real product. These are prototypes that show the same formal, functional, structural and operational configuration of the modelled object” (MALDONADO 1987).

### **Digital representations, or better, from two to three actors**

In the process of manual drawing exists only two terms: one is our hand, which is directly connected to our

sensory, perceptive, cognitive and intellectual capacities that lead it, the other is a range of tools that work as correlated means (paper, pencils, pens, rule and compasses, squares, etc.) to trace, to mark and to prime, or, at the limit, as a mechanical aid. The use of a computer as a drawing tool has introduced, in the figurative process, a third element, structurally and functionally different from the first two elements. The computer (the hardware) is basically, in fact, a tool endowed with a very limited intelligence, which is not capable to do anything else than to calculate internally (read and write) with a binary system at an extraordinary speed (the personal computers of the last generation are able to execute up to fifteen billion instructions per second). What transforms the basic intelligence of a silicon chip into the high-level intelligence of a sophisticated system for the drawing is therefore not the physical tool in itself, but a whole of instructions, application programs and data bases entered into the machine previously to our intervention, and which re-codifies our operations in a binary and mathematical form (software, namely a language organized with commands). This structure, founded not anymore on two, but on three terms and re-codified *a priori* with respect to a binary system through mathematical description, makes the way to draw necessarily different from the normal sketching at the drawing board, but also from the normal way to create a model cutting it in wood or moulding it in clay. The first aspect, which reflects this change, is exactly the process of *mnème* of the representation. The conditions of the imitation offered by the computer are a great deal different in comparison to those of the hand-working, as it is may be seen when simply drawing a square, which, if represented using manual techniques, is not recognized as such by the computer, because it does not have those coherence properties and associations that we recognize visually, without other specifications. The same space of the virtual architecture drawn with the computer is a different space from the manual one. In a manual space, in fact, the sign and the line, as a continuous trace, are the basic conditions, up to constituting, altogether, the idea of a transpositive method, conjunction of theory and procedure, connection between ideal and real, whose principal quality is the capacity to show, in a simple way, a three-dimensional space in a bi-dimensional space, using

properties closely tied to our capacities of logical identification.

Drawing with the computer, this quality of visual transposition is completely marginal, since every drawing is not just a graphic work anymore, but alphanumeric or numerical data, a sequence of bits, codified in form of a model; often only a projective model, but in any case a model.

In the activation of a representation system with the aid of a computer, what is fundamental is therefore the reference model, on the base of which we can make the transposition. The principal type that we have used during these first thirty years of digital design has been the transcoding, in a binary system, of the analytical geometry and of its conjunction with the descriptive geometry, nothing else than the same thematic and the same interpretative scheme that impassioned Gaspard Monge in the latter half of the eighteenth century and that pushed him to define, even in descriptive geometry, the straight line as intersection of two planes, of which were given the traces, rather than simply with its own traces and projection, exactly because a straight-line in a space is definable analytically only as the intersection of two planes (MONGE).

Yet, the transposition of the descriptive model into the digital model is a defective model, often marginal, that doesn't signify the Mongean truth, if not in the formulation and in the relationship among the sights. What, in the analytical and descriptive system of the Professor at the École Polytechnique, was always associated indissolubly, in the digital systems lives, in fact, of a permanent dissociation, because of basic differences in the "mimesis" creditable to technological limitations or, more simply, to wrong transcriptions and interpretations of the traditional procedure.

A meaningful passage to understand this dissociation is observable in the conversion of an image into a digital information, in which a notational scheme intervenes. The digital electronic technology atomizes and schematizes abstractly the analogical quality of the photographic and of the kinematic, in a discrete whole of pixel and bit of information that are transmitted in rapid succession, every bit discontinuously, in a non-contiguous way, and absolute. A field of immaterial values replaces the material traces of the object. The hierarchies are distributed, the colour is balanced. The balancing of the color value shows implications for the traditional concept of figure/field. In the digital image the background information have to be codified as

densely as the images in the foreground: the white space is in fact not empty, there is no empty space through the field.

Considering a visualization on the screen with this discrete technique, namely in raster format (or better pixel-based), it is necessary to notice how the graphic elements of the software for the technical drawing are defined vectorially, namely as systems endowed with an intensity, a direction and a course, so even straight elements or lines are, in the reality, displayed as a series of little zigzag horizontal and vertical lines (the well-known effect called aliasing).

If we then verify the "way" in which we observe the objects, we notice immediately the fact that when we work on the drawing board we always have an overall view of the whole drawing, but we can certainly not always have a representation of the whole object in all its parts, unless to possess, contemporarily, a great quantity of sights. If we work by means of a computer, viceversa, we hardly ever observe, with one only sight, the whole drawing (the screen measures maximum 24" in diagonal), whereas we are able to possess, stored in form of a complete model, the whole object of our representation, described in all its parts and easily observable in its whole and in its details with a quick change of views. The types of visualization are therefore necessarily different, only sometimes assimilable.

In the Mongean logic, finally, everything is continuous: the sketching on a paper sheet, the equation of a segment, strengthened by belonging to an infinitely small and infinitely great space, certainly always differentiable. The space is instead discontinuous in the computer: both in visualization (we have seen how all is divided into pixels), and also in a vectorial space inscribable in a drawing. The first thing that we need to define is the minimum whole and the maximum whole that defines it, therefore the domain of action rather than the single element. The field prevails, in any case, not the object in itself.

These circumstances makes us understand that maybe the traditional representative model, Monge's, but after all also Vitruvio's, if simply transposed in digital format, shows strong limits and needs therefore some new developments.

The essay of Edmund Husserl (1859-1938) on *The origins of Geometry* (1936) and the preface to the French edition that Jacques Derrida has treated in 1962 (HUSSERL), analysing the interrelations among architecture, philosophy and geometry in the course of

the history (some years ago re-discussed by David Farrell Krell, KRELL), gave us some cues.

In his essay, Husserl suggests three phases in the development of the geometry:

- pre-historical and pre-scientific era, in which there is no geometry, but a kind of predisposition to the geometry;

- proto-geometric era, in which we have the discovery of the plane surface, of the exact limit, of the sharp edge, of the clear line and of the point. The adjectives are the essential qualities of this genealogy, which is inverse to the Pythagorean generative process (the point that generates the line, the line the plane, the plane intersections the solids);

- the era of the technology, inaugurated by the measuring techniques. Only in this phase, the humanity began to elaborate a theoretical vision of the world and a knowledge of the world. Such theoretical vision opens the humanity to the *aeterna veritas*, addressing them toward an *a priori* science, the morality, the religion.

The discontinuous space of the computer is able, for the first time, to put into discussion Husserl's "theoretical vision of the world", to reverse and to distort the three eras defined by him.

### From real to virtual

The digital models allow three-dimensional simulations that include the three properties of the models, being homologous, isomorphic and analogous (MALDONADO 1992). The digital models are able to guard, in one only representation system, the totality of the "vision" mechanisms possible: on the one hand they furnish the same performances of the iconic models, on the other, of those not-iconic (diagrammatical and mathematical models).

Conceived as real *maquette*, which live in a virtual space perfectly corresponding to the real one, so much to offer all the four dimensions, the models carried out by means of the computer are then observed through a screen that visualizes them in a perceptive bi-dimensional space (in central projection) or measurable (parallel projection), with capacities to vary the point of view in order to simulate the mobility and the transformability in the time and in the appearance. Even if recalling the picture (picture plane) of the *perspectiva artificialis* of Leon Battista Alberti, the visualization method detaches itself deeply from the ways with which we fulfil the Albertian abstraction. As Piero della

Francesca underlined in his *De perspectiva pingendi* (PIERO), the construction method of a perspective on a sheet of paper is that of the projection through “transformation”, through the employment of plants and elevations of the object. It is therefore a 2D/2D transformation. A three-dimensional digital model is instead carried out through a transformation on a bi-dimensional plane of an object of which are not only known the bi-dimensional projections, but all the properties that define a real three-dimensional object.

From an operational point of view, in fact, the definition of a three-dimensional digital model passes through the determination of three characteristics (GAIANI 2001A):

- the geometry: namely the description of the coordinates of the vertices;
- the topology: namely the description of the connection relationships among geometric components;
- the photometry: namely the color description, normals, texture.

The necessity to define these characteristics, if, on the one hand, it qualifies the model as a spatial subject, on the other it ascertains the existential conditions of it and it determines the basic operational choices for its constitution.

A central moment, in the operational strategy that ascertains these attributes, is the definition of the level of details. Since all the models are simplifications and schematizations of the reality, there is always a difference between the ‘real’ and the level of details that are included in the model. If, in the model, only few details are available, we run the risk to lose the principal interactions and the resulting model cannot be used as a tool to facilitate the comprehension. If, instead, too many details are included, the model becomes excessively complicated and it turns out to preclude the development of the comprehension. The definition of the level of details is therefore one of the most important projectual operations in the utilization of the models. In the case of a product of industrial design, it is carried out always oscillating between two opposite extremes of models from the point of view of the aims:

- models that are related more to an interpretative vision in the appearance, and/or in the behaviour, than to a philological reconstruction of the object;
- models that simulate the reality, trying to replicate it exactly as it is.

The identical reproduction of what is existing does not always reveal significances useful to the development of

the project, even if the prefiguration about how the carried out object will appear to us is certainly an important tool.

In this interpretability and interpretation is founded large part of the “projectuality” implied by the model and therefore the necessity to render the operations explicit and determinate in a propositive way.

### Geo-metric experience/perceptive experience

“The body is our general medium for having a world”, affirms Maurice Merleau-Ponty (MERLEAU-PONTY, p. 171). This “body in our possession” is the site of every formulation on the world; it does not only occupy space and time but it makes the spatiality and temporality solid, giving them a dimension. The body has a dimension and, through the movement, it polarizes the external reality, therefore it offers us a “geo-metric” experience. Our way to know and conceive the world is therefore a theatrical way, in the sense that it is animate, that it creates, it itself, a geo-metric experience.

The geo-metric experience has a fundamental moment in the perception. The world is, for us, a perceived world – continues Merleau-Ponty – and the perception can happen only within our structure of categories, as well as only within it itself, are the real and ideal data, overall and specify.

The perception is therefore our primary way to take possession of the things and the perception concept is based on the certainty that there does not exist feeling without the action of judgment.

In consideration of this practical and daily experience (of which the integration of the French philosopher nearly fifty years ago is maybe only partial, but certainly weighty and a great deal evident in comparison to our question), the ways that we have codified to preserve and to return the data inherent to the constructed reality and to its ideation, provide a procedure that is separate both from our way to take possession of the things and from the possibility to reconstruct what is missing, beginning from the reproduction method.

It is a scheme, which is based on four hypotheses:

1. the reduction of a 3D into a 2D (usual, but not necessarily);
2. the construction of the whole continuous system through interpolation, usually linear, starting with a few discrete points;
3. the re-composition of the whole, through fixed scenes;

4. the put “into appearance”, not of an object identical to the reality, but of its thematic representation, discarding the whole.

The real is then transmitted through discontinuous and partial episodes, which nevertheless remain the only element capable to consent, through interpolative mental processes, to re-establish, in a continuous form, a discontinuity characterized by the elimination of what exists between two consecutive passages, as if we proceeded with the elimination, in a fortuitous way, of the greatest part of the photograms in an animation film and the remaining were often destitute of one of the components of primary colour, in a way to not being able anymore to recognize colours and tones.

To complete the discourse is now necessary a new observation that departs from the past.

In the same epoch in which Cartesio published his *Essay on the geometry* (CARTESIO), in 1637, Pierre de Fermat writes on the same matter a work with a very different formulation entitled *Ad locos planos et solidos isagoge* (FERMAT). The analytical geometry consists, according to Fermat, in nothing else than a peculiar method to give algebraic form to the geometric problems. As such, it insert itself into the long chain of attempts accomplished since the antiquity, to link the algebra to the geometry, and its validity is proved not by a reasoning *a priori*, which proceeds from an universal conception of the science, but only by its success verified in a thousand cases.

Fermat integrates the geo-metric dimension of the reality in a determinate historical process and it is not set as universal category *a priori* and non-temporal. In line with the idea of the previously expressed scientific method and also with the concept of spatiality that Merleau-Ponty will affirm three hundred years later, he furnishes a further specification: the man and his work are the only terms of measurability possible, in contrast with absolute measures.

The problematic of the ways of comprehending the reality, in the terms expressed by Fermat and by Merleau-Ponty, has an immediate application in the projectual problem of the transposition from the idea to the reality.

In the project exists so a necessity of double description, tied, on the one hand, to a measurable geo-metric, on the other, to a perceptive geo-metric. None of the two dimensions is excludible, so that no type of projective, neither of model, is capable to eliminate its own complementary form if not reducing the project to a

literary expression, expressible in the terms of an equation, not comprehensible anymore as an “intentional” relationship.

The same concepts of “configuration” and of “form”, revived from the Gestalt theories, affirms that an object results entirely definite and definable when represented in its context in a both measured and perceivable way (KATZ e KÖHLER).

The digital models consent, for the first time, to generate the objects assigning some measures, to define the parts of it moulding them as if in clay or carving them in the stone, but to observe them according to the *perspicere*, as we do it traditionally.

There is of more: a fundamental passage is offered by what today is called visual computing, a hardware-software solution that aims to offer techniques in the direction of the substitution of the numerical with the visual, allowing to observe the simulation instead of the computation, nothing else than the application of the concept of scientific visualization to the computational methods (GAIANI 2001B).

The visualization transforms the symbolic in geometric, it offers a method to see the hidden, it enriches the process of the scientific discovery and it favours profound and unsuspected inwardness. The visualization takes advantage both of the layout of the images and the digital images; this is why it is a tool both to interpret the images of the data generated in a computer, and to create images from complex wholes of multi-dimensional data. The visualization studies those mechanisms in the humans and in the computers that allow, in conformity with the way to perceive, to use and to communicate visual information.

The implications implied in the introduction of the visual computation methods are profound and substantial and they go beyond not only the problems tied to the analogical, but also those linked to the epoch of the first computerization. It is not anymore a question of having only aid-tools (equivalent of those offered by the traditional *maquette*), but rather the possibility to transfer the whole reasoning in a digital form, and to have it available in a visual way with continuous accessibility, in the space and in the time: dynamic systems and restitutions of analyzable data with a simple look available also to a not experienced operator. The model is not simpler prefiguration, but a system that it is possible to manipulate capable to simulate the reality parallelly to our working on it, therefore tool capable to fulfil the

requisites of a creative tool for the project, in a much more powerful way than the traditional physical models.

Following Claude Lévi-Strauss, the models are “symbol systems that protect the characteristic properties of the experience, but that, unlike the experience, we have the power to manipulate”. The manipulation of the models is made possible by the fact that they are constructed in a “laboratory”. Through this “experiment on the models” we succeed to examine the reactions to certain modifications and therefore to control those aspects of the behaviour of the phenomenons that escape to the empirical observation (LÉVI-STRAUSS).

The digital models are not only constructed in laboratory, but also decomposable according to all the properties of the reality, and visualizable, showing how the final object will appear, without scales and without distance of material characteristics.

### About the volume and about the skin

The operations through which we visualize the 3D digital models are called emphatically rendering (GAIANI 2001C) and it is “the whole of necessary operations to project the view of an object or of a scene on a projection plane. The object is illuminated and its interaction with the source of light is calculated to produce a shadowed version of the scene” (WATT, p. 17). Starting from this basic scheme the level of realism can space from shaded opaque polygons to images that, because of their complexity, are similar to the photos.

After all, the visualization of a 3D digital model requires an articulated procedure in two phases:

- the modelling: namely the creation of objects and scenes, the definition of the point of view, the determination of the superficial qualities of every object;
- the rendering: namely the creation of a realistic image starting from the results of a geometric description, of the reflectance properties of the objects, applying a determinate illumination model.

Both these operations, with their declinations, constitute fertile figurative and project possibilities. If those inherent in the creation operation of the geometry are obvious to us, of the all analogous to those in which we accomplish the *maquette*, unknown and new are instead the perspectives that offer us the phase of rendering.

To clarify this problematic we will take as reference Leon Battista Alberti, who has formalized the problem of the visualization of an object and of the “mode” of its representation in the third part of the first book called *De pictura* (ALBERTI), proposing a figurative model, which presents strong likenesses with the current computergraphic schematization for the creation of images. The surfaces possess, according to Alberti, two types of properties:

- “fixed” (perpetua): their contour and their skin, fixed physical properties of the subject;
- “accidental”: unknown to the mathematicians but of great importance for the painters. Such properties are depending on two variables: 1. the position in which an object is put (and, presumably, in which it is seen); 2. the light that strikes the surfaces.

Alberti does not limit himself to emphasize the fundamental problems related to the lying of a surface but, above all, he teaches how an object is not definable uniquely through its contour, but also through the weaving of its surface, reducing the contour to a skeleton.

In computergraphic, the appearance of an object is restituted de-composing it into its skeleton (wireframe) and into its surface coverage (texture): in this the analogy with Alberti’s models is complete and it confirms the vastness and the complexity of it, but also the implications, not realizable before the invention of the visual computing.

In fact, a texture, in a digital system, is not a geometric vector, but an orderly chart of color tones. If the geometry, then, expresses a hierarchical order through the layout in semantically composed parts, the tactics of dispositions, founded on not-geometric forms, have the task to be both generative and legible.

Through the modelling-restitution process, the study of the legibility and the visibility is realized also through the development of the graphic space, of a “liquid space” composed by a texture field and a pattern effect, in a object-representation compenetration, reciprocally producing and that needs new intentional specifications to be clarified.

The intentionality of the designer sits exactly in the will to resolve this not-univocity in function of the idea that he intends to signify and of the product that he desires to obtain, re-proposing continuously to the artistic reflection, and to the technical visualization, the problem of the ambivalence of every representation method.

## A semantic construction of the models

A “cognitive system” may be described as a collection of structured objects, identified through some exact words. It is what they show, in architecture, the above mentioned tables of the *I Quattro Libri dell'architettura* of Andrea Palladio, which illustrate methods and levels of precision in the restitution of the overall and of the details, together with the re-composition formalities of the parts that form the whole and the techniques and the constructive process. The digital models – by nature intrinsic – are tools ideal to the formation of equipments conceived not only as figurations, but even as cognitive systems.

If the idea of a model, as cognitive system, is by now at the base of all the CAD mechanical systems, in recent times, more authors, among whom myself, have tried its application even to the design and to the architecture. For convenience we will therefore follow the most well-known procedure.

Different work-groups, coordinated by myself, and the students of my curricular courses, have realized semantic models using a classification method suggested by Tzonis & Oorschot, who divided different representations of the space according to their level of “abstraction” (TZONIS 1987):

- the most abstract level is the clustering level, in which every object is described in terms of activities and locations,
- the second levels is the topologic level, which concerns the way in which the various locations are connected,
- the third level is the metric level, which describes the way with which the locations occupy the Euclidean space, the form and the measure of the locations. Some possible formal attributes that concern this abstraction level are: the Euclidean distance among locations; the relationships among intern and containing surface that furnish us a ratio of the density of a solution; the structure of metric coordination as grids, the polar or rectilinear coordinates; a pre-organized orderly system of elements (as the orders of the classical architecture or the industrial prefabricated constructions) that specify the elements in accord with the projectual attributes. The construction of models has therefore happened as from the analysis and the formal and structural composition of the objects (and of the vocabulary that nominates them) organized in hierarchical specializations (the creation of new common objects

adding properties to their description) and aggregation classifications (expression of the *put-together* methods). The basic logic has been that described by the “shape grammar” of George Stiny and William Mitchell (STINY 1979 E 1980), who draw abundantly from the studies of Aristid Lindenmayer (LINDENMAYER) on the plant structures and who has a perfect equivalent in the analysis method of the classical architecture as formal system, proposed by Alexander Tzonis and Liane Lefaivre (TZONIS 1986).

The technique of the shape grammar, in analogy with the combinatory grammar of the words in the natural language, constructs forms through a recursive substitution of symbolic forms. This requires a starting condition, and a group of predetermined formal rules, to determine a clear purpose and a structure to explore the possibilities of the formal configuration (MITCHELL). The purpose is delimited by an evident exposure of primitives of symbolic forms, and by a clear individualization of operations that transform and combine the symbolic forms. The structure is determined by the organization, usually a tree structure, of the formal rules, according to the desired aims. In this optics, the geometric modelling has been realized with a well-grounded methodology, as basic unit, on the architectural element or on the simple part dis-assembled with the basic-geometry as primitive systems. The base of the structural system has been put together as from the structure notion according to Claude Lévi-Strauss, which foresee four conditions:

1. “In the first place, a structure shows the characteristics of a system. It consists in various elements, in a way that any modification of one of them involves a modification of all the others”.
2. “In the second place, every model belongs to a transformation group, each of which correspond to a model of the same family, in a way that the whole of these transformations constitute a group of models”.
3. “In third place, the properties indicated above allow to foresee how the model will react, in the case of a modification of one of its elements”.
4. “Finally, the model has to be constructed in such a way that its functioning can explain all the events observed” (LÉVI-STRAUSS).

From a semantic point of view, the way in which is aggregated a graphic composition in elements and under-systems, determines the meaning of the composition, in the same way in which the way we expose a phrase, determines its meaning. Operationally,

the single element, interconnection of simple primitive graphics, consisting in more than one polygon, but defined as basic element, has been described by means of a database contained in the modelling software, which memorizes the single elements and their aggregation mode. Different basic groups have been aggregated into groups of superior level, disposing them on different utilization levels in one single file. The same groups, finally, have been grouped in different files, each of which may be elaborated unitedly or separately using a referentiation and unification tool in one only file, which allows to open more modelling files in one only working session. Finally, more work sessions forms the complete object.

## From the representation to the prototyping

The fundamental attribute of the digital models is not as much that of photorealistic simulation of the reality, or of formal prefiguration or structural and/or functional simulation mean, as that of being capable to function as a real virtual prototypes, endowed with similarity and *prestazionale* (which means that it gives a description of the performances) behavioural, prioritarly topologic, geometric and perceptive, capable to allow us to observe, to simulate and to analyze the project and its behaviours in a much better way than the analogical technology allow us, both in the visualization and in the data base.

The techniques of digital prototyping consent, in fact, to obtain, at the same time, modalities of perceptive and conceptual representation, simply varying the attributes of the scene or the consultation mean, with the possibility to generate solutions not only to the problem of the demonstration of the “beauty”, but even of the functionality, manufacturability and analyzability of an object (GAIANI 2002).

The virtual design techniques can rapidly create, at limited costs, interactive simulations between architect and digital model able to allow a greater control and modification possibility of the project, visualizing, interacting and creating navigable virtual ambits of the project in all its progressing phases. It furnishes, furthermore, the possibility to have an immediate feedback and reduction of the time and realization costs of the project.

The digital prototyping, in the sector of the industrial design and in the mechanical design – which as the first have used it on vast scale – is revolutionizing the way in

which the producer firms conceive, plan and construct the products. Through the virtual prototyping, engineers and designers are able to create and to modify realistic surfaces, to enter into complex digital models, to work interactively with assemblages of the product, to perform computational analysis and interference controls on the projects. All these functions are fundamental in the development process of the product, which may be modified and re-analyzed more rapidly and with costs reduced into a fraction in comparison with those characteristic to the physical models. In comparison to the physical prototypes, those digital are generally even more accessible: Internet, in particular, makes the access to them possible at distance. It is easier to reproduce a digital prototype in comparison to a physical one, since we just have to copy a file instead of creating another. In the evaluation of the functioning, the digital prototypes may be considered even superior to their physical counterparts, and they can therefore be used as integrant parts, rather than as consequence, of the planning process. In other words, with the digital prototyping tools it is possible to test and to identify the problems during the cycle of conceptual processing instead of at the end, to carry out tests and analysis like “what would happen if”, and to analyze the behaviour in an unthinkable way with the traditional methods. Finally, the digital prototypes consent to the architect not only to be the creator, but to return to be the “builder” of his own work, since they do not only represent the conceived object, but also the code that will allow the realization of it with a numerical controlled machine. Until a recent past, the design process happened dividing clearly the conceptual and creative phase, carried out according to peculiar aesthetical norms and resorting to various techniques (pencils, watercolours, cardboard, wood), since the engineering phase or the verification of the manufacturability, which happen separately restarting practically from the start, and finally from the realization that uses different methods and operators. This scheme is today substantially obsolete, as well as the simple use of a CAD application is, a means that uniquely furnishes “wire” visualization (wireframe view), recomposing that unity of theory and routine which, since engineers and architects have split the their paths, has definitely come to an end. Linking the models in series allows, furthermore, the construction of structures able to illustrate an intrinsically spatial system as the architecture, with a

three-dimensional representation. As Abraham Moles clearly explained us, even before the birth of the information technology of the second generation, the quantity of the information in architecture increases excessively in the presence of descriptive forms of lower iconicity levels in comparison with the original form. Therefore, restituting the architectures in 3D helps not only to their visualization, or to the conservation of the relative information, but it is useful to delimit them, to make them more easily organizable and restorable (MOLES 1972).

### Manuality and immateriality: didactic projects for the Visual Prototyping Learning

The introduction of the digital graphic design has, in recent times, pushed the theoretical reflection, in the drawing disciplinary domain, to concentrate itself more on the model (which contains, in itself, the analogy-difference dichotomy between manual drawing and digital vectorial graphics), than on the projective geometry. “The construction of these models, that we do call *digital* – as Riccardo Migliari remembers us – is not automatic at all, it has its origination in the thought of the architect and it is controlled by his ability to mould the three-dimensional forms of the architecture and to compose them together. For these reasons, it is necessary that the discipline that teaches to construct the models, namely the Science of the Representation, integrates in its corpus of theories and operational methods, the new digital techniques” (MIGLIARI 2002, p. 7). Nevertheless, the didactics of the drawing at the School of Industrial Design in Milan, because of the intrinsic nature of its action field, has already tried, since many years, to move the attention to the problems of the modelling, as creative and cognitive strategy. It is a theme/programme of teaching characterized by a didactics of inductive type, in which the themes concerns essentially two fields:

- the virtual/material relationship, or better the formality of the “incestuous weddings” between physical model (*maquette*, photo, but even simple graphics) and digital model (reconnecting to the question of the models in overall sense)
- the man/technology relationship, or better the problem not of the technology in itself, but of its employment as active tool for the project in the area of the proceedings and of the existing procedures (reconnecting to the

question of the “*ceci tuera cela*” of Victor Hugo). The necessary support to this didactic programme has been the presence of a series of instrumental laboratories, capable to furnish the operational and manual substratum to the theoretical and sciolistic approach and a substantial degree of experimentation, according to a characteristic way of all the great schools of Design, from the Bauhaus to Ulm. Besides the traditional laboratories for the construction of physical *maquettes*, photographic laboratories, spaces for the setting up and areas for the ergonomic experimentation and illuminating engineering, the digital has however demanded a new laboratorial form, which in the Milanese experience has been called of Reverse Modeling & Virtual Prototyping. This new kind of laboratories proposes itself as a whole of spaces, equipments and resources, turned to the formation of a polyvalent system whose basically functionality is to furnish all the tools necessary to the formation in the planning and formation process of the digital prototype. The idea of a Laboratory of Digital Prototyping is different from that of a didactic classroom with computers by means of which we are able to hold lessons, but even from that of a *virtual room*: in a computerized classroom it is the computer or the use of a single software the object of the teaching, not the production process of the project of an object; in a *virtual center* an object may be observed passively, it is not created, rarely it is manipulated, and even when it is manipulated, in any case, the modification is marginal. To the creation of such a Laboratory is not extraneous the teaching tradition, as a whole, of the last century when, as Maldonado remembers us, the computer was missing only as a physical presence, but certainly not as a preconized virtual presence. “... in our ‘to the bitter end’ metodologism, of which we already at that time had recognized the negative implication – there were even ‘strong’ intuitions, intuitions that the development of the digital technology, above all from 1963 and on, has widely confirmed” (MALDONADO 1984, p. 5). The introduction of the digital prototyping technologies and of virtual simulation through digital models has furthermore shifted the attention of the formative path of the industrial designer from the “result” to the “process”, understood as gradual formation of all the possible results of the work-in-progress that brings to the realization of the object and to the management of the productive process, and to the dissemination of the obtained results.

In this ambit, appears clear how the professional figure that emerges is that tied to the production of the project and to the planning with the utilization of methods of virtual drawing capable to manage the whole cycle of the planning, rather than an expert in the specific disciplinary fields in which is divided, nowadays, the planning (from the housebuilding, to the object of industrial design, to the art). We ought to turn our efforts towards it, because only when we have completed this formative cycle, it will be possible to share, on vast scale, a whole way of thinking, conceiving and planning, capable to fully use the new mental and creative categories that the models offer us. Jacques Guillerme said that “Every concrete model, however perfunctory it might be, belongs to the world of the fictitious creations; Vaininger reminds us it, who, in 1913, is astonished, that “*Das Denken macht Umwege*” (thoughts proceed through deviations) “ ‘through a steady and progressively increasing falsification of the reality’; the model is a kind and a moment of this discourse about the fiction, destined to enter into the rule of the scientific discourse: the oblivion of the immediate” (GUILLERME, p. 29). And this is all the more true for the digital models.

## On the model

**Marco Fasolo**

The term *model* has been used, so far, to define, in architectural ambit, both the physical object, representation of a three-dimensional reality, namely the scale model used by the architects to verify their ideas, as well as the intuitive drawing and, in the more specific ambit of the Descriptive Geometry, the method of representation, able to transform the three dimensions of the reality into the two dimensions of the technical drawing, conserving the metric characters of the original one: perspective model, axonometric, in two and three orthogonal projection. Only lately, this term, prevalently used with an adjective, *digital model*, has been used to indicate the representation of the object studied in CAD environment. The model is, therefore, it itself, that group of operations suitable to represent in ample sense an object or an idea and it reveals itself as the union among art, science and technique. Besides, you only need to seek, in a good dictionary of Italian, the voice *model* to find the following definition (*Vocabolario illustrato della lingua italiana* by G. Devoto and G.C. Oli, Milan, 1984): “1) The object or the term suitable to furnish a convenient scheme of points of reference to the purposes of the reproduction or of the imitation, sometimes of the emulation; 2) Construction that reproduces, usually in a considerably reduced scale, the exact forms and the characteristics of a work in the phase of planning, to illustrative or experimental purpose. Reproductions made of wood, chalk or plastic materials of bodies or of their parts, which are resorted to for didactic purpose”. And, furthermore, under the voice *modelling*: “The setting up of a scheme, material or ideal, of points of reference for the execution or the reproduction of an object”. Decio Gioseffi synthesizes the *operationalist* thought of Dinger so: “Previously of the science (before than any cognitive process in systematic and methodic sense had been initialized) existed someone who took the decision to reach the conscious, conceptual and manual dominion of the reality” (GIOSEFFI, p. 58). But in that man is also born the will to appropriate the non-reality, to be understood as something which is not materially expressed in that moment, but which is next to become it, the project idea therefore, understood as the Model that the architect has in mind and that he intend to achieve; to manifest, to declare this programme, the architect has at his disposal several models, as above described.

The model (see pp. 73) holds therefore that role capable to dialogue with the architect, with the purpose to put him into relation with the reality on which he intends to intervene. And the geometry configures itself as the right tool suitable to furnish that control of the form and the dimension, which is rendered explicit in the various forms of representation.

Orseolo Fasolo wrote: “A small group of students is round a table, at school. They are studying or trying to study descriptive geometry. You see them there – hallucinated and worried – endeavouring on figures, on drawings, more or less complex. They are making the drawings and drawing them again and again, a hundred times. Nearly always scrawling. You never see them take some cardboard, some pieces of wood, and the pencils and try to ‘materialize’ the problem that those drawings can resolve. Neither you ever see, circulating among them, ‘models’ of plywood, of cardboard, of Plexiglas, of iron wire. Yet, that ‘model’ tells you everything, it is nearly always extremely simple and it conducts without difficulty to the graphic solution” (FASOLO, *Premessa*). Could these words, written in 1988 when the Advent of the computer science in the field of the architecture was still to become, could they be addressed to the digital model, too?

I really think so.

Consequently, there is not the “tiny model” and, detached from it, its representations, but the representations, any kind of representations, they form, they are the Model. And this has to be valid, both for an object to be investigated (architectural survey), and for an idea to be elaborated (project).

## The limits of the model

The model so described, can it replace the Reality? I do not think that this can happen completely. The model can approach to the Reality or to the Model, understood as the Idea that the planner has *in nuce*, in his mind, or to the Model, object of the survey operations, but the model, it will not be able other than to approach to the Model, however without being able to replace it. Do you remember that *mythos* of the Greek mythology, which tells the story of a young girl, who, to be able to retain the memory of her beloved, next to go to war, delineates with a charcoal on the wall, making use of his shadow, the profile of her boyfriend? (Maybe this is the first example of the application of the *schiaografia* or geometric study of the shades, from *schìa*, “shadow”,

and *grafia*, “script, drawing”. Painting is born from the *schiaografia*, from painting and from optics is born the scenography, namely the perspective).

And again, in the *Eroidi*, Ovidio narrates the tragic history of Laodamia and Protesilao and about the love letter of the girl to her bridegroom who had left for the war of Troy. Laodamia writes: “Nevertheless, until as a soldier you will grasp the weapons in distant lands, I have with me an image made of wax, which reproduces your face: I turn my tenderness to it, the words destined to you, and it receives my embraces. Believe me, that image is of greater value than it seems: add the voice to the wax, it will be Protesilao. It is this image that I contemplate and embrace tightly to my breast as if it really were my husband and I unburden myself to it, as if it could answer me”.

Now both the mythological young girls have the model of their beloved, absolutely necessary to be able to remember him and to dream, but they do not really have the possibility to embrace the beloved, to receive his caresses, his kisses, to hear his words and smell his odour. Only the Model possesses these particularities and they are inherent in it. The model, although detailed, can be approached to it, without, however, never be able to reach it.

It is not my intention to re-open, in this occasion, the debate, which in the sixties and the seventies saw renowned researchers arguing about the limits and the effectiveness of the representations in architecture, it is sufficient to remember the words of Bruno Zevi:

“wherever exists a finished, perfect spatial experience to be lived, no representation is sufficient, we ourselves have to go, to be included, to become and feel part and meter of the architectural body, we ourselves have to space. All the rest is useful didactically, necessary practically, fertile intellectually. But it is mere allusion and preparatory function of that time in which, with all ourselves physicists and spiritual and indeed human, we live the spaces with an integral and organic adhesion. That is the time of the architecture” (ZEVI, p. 51).

It is also true, however, that with regard to the representation methods, Migliari writes “perspective can never completely express the light, the emotions, the dynamics of the architecture [...] but it is not necessary since such aspects of the space and therefore of the project, have one only possible support, one only possible place to dwell and that is the mind of the architect, who, conversing with the drawings and the images, composes, but within himself, the architecture in its fullness of meanings” (MIGLIARI 1983, pp. 163, 164).

## MI The integrated model

Graziano Mario Valenti

“The fundamental theorem of the architectural Model explores all the possible representations (**m**) of the project idea (**M**) and it defines their relationships. [...] All these representations (**m**) are able to transform themselves the ones into the others, without solution of continuity, in a spiral process that converges toward the Model (**M**) and that improves it, without ever reaching it” (see pp. 73).

The theorem enumerates different kinds of models (**m**), some carried out by means of the digital technology, others with the traditional tools. Its enunciation may arouse some perplexities: if on the one hand the proposed operational model show some doubtful values of didactic character, on the other it seems to relegate the digital models to a secondary position, which often are the only objective of the new generations. I therefore felt the need to work on possible interpretations of the theorem capable to conciliate a more radical vision and unbalanced toward the exasperation of the digital technologies, with a more traditional vision, which tends to recover the use of the physical models. The solution mentioned below leaves substantially unchanged the fundamental Theorem of the model and it limit itself to underline the roles of some of the elements involved.

### The essence of the digital technology: to elaborate the information

Before entering into the reading of what follows, it is necessary to divest ourselves of every possible reductive boundary in the interpretation of the digital technology: in particular, it is necessary to verify that to the concept of digital technology is not associated only the personal computer, with its various but common peripherals, but the complex virtual cosmos of the digital elaboration, to which nowadays are already connected technologies and peripherals much superior to those that we generally are accustomed to consider.

Nowadays it is surely easier than a few years ago to appropriate ourselves of a wider idea of the digital technology: the growth and the diffusion of Internet, both in the structure and in the services; the evolution of the mobile telephony and the slow but inexorable affirmation of the domotica, facilitate the comprehension of more complex sceneries, even to the

less accustomed with the technological progress.

Yet this is still not sufficient: we have to look toward all the instrumentations that surround us, not only those which characterize our daily life but even those present in other people’s reality; comparing the ones and the others, we will be able to synthesize new ideas of remarkable interest.

A rapid reconnaissance performed in our home should make us understand how it is imbued of micro controls: tiny units of digital elaboration. They are present in the small and the great household appliances and in the electric utensils; in the hydraulic and thermic system, and naturally in the electric system; in the safety installation and in the telephone installation; in the movability of the doors and in the elevator systems. Outside our home the possibilities are exponentially enriched: it is enough to cross a street, to take a transport vehicle, to enter into a department store, to observe a productive activity or to take part in an expository event, in order to continue to perceive, all around us, the presence of all the systems which acquires information, which elaborate them and which create new systems capable to produce actions that interact with our life.

In many cases, these micro controls are connected among them and/or with systems of more complex elaborations, configuring so an infrastructure and communication elaboration of the information much greater than the one we nowadays identify with Internet, which in reality is only a little part of this net. The traditional telephone network, the mobile telephone network, the satellite network, the intranets realized with physical wirings or wireless, and by now even the electricity network system, are currently among the most evident infrastructures through which the information currently are shared. Since some points of contact exist among these networks, nothing prevents us from looking at the whole as if at one only elaboration system, with many acquisition and representation peripherals.

This overall picture just illustrated should be wide enough to overcome the ambiguity, still often found, which sees the equalities: *information technology = personal computer* and *potentiality of the information technology = functionality of the software* replace those more congenial of *information technology = elaboration of the information* and *potentiality of the information technology = strengthen our ability to elaborate the information*.

Yet, to better understand the usefulness that the information technology could have during our daily working activities, we have to take another step, abandoning the synchronous reading in behalf of the diachronic: observing therefore the evolution of it both in the physical and the virtual form and deducing its high capacity of metamorphosis. In brief, we cannot work with the information technology in the most congenial way, if we do not understand that some limits are fictitious: they exist only because nobody has thought to overcome them. When the limit is real (lack of calculation; incapability to represent) it could however be overcome through time.

### What does elaborate the information mean?

The elaboration of the information is therefore the central process of the digital technology: but what does it mean to elaborate the information?

It is not possible, in this occasion, to answer this question in an exhaustive way; yet a series of logical connections will be shown, which will lead us from the electric impulse to the digital model; connections that, even if running the risk of not being rigorous, will be simple and synthetical.

In the computer circuits, as it is known, passes exclusively electric current; it is as well known that in the presence or not of the electricity, it is possible to associate a logical condition and to represent it with a binary number (0 = absence of electricity; 1 = presence of electricity). Within a circuit, more logical conditions can be read parallelly or sequentially, said reading could be considered the representation of a number expressed in base 2, therefore a binary number. Thanks to the indications furnished by the Boolean algebra it is possible to realize electric circuits capable to modify opportunely the represented logical condition, from this ensues the capability of the computers to operate with the numbers.

To elaborate any other phenomenon – for instance a text, an image or a sound – it is necessary that it can be represented by means of a numerical whole.

The conversion operation of a physical phenomenon in its numerical representation, is called *digitalization*, word behind which are hidden manifold conversion methods, all studied in an appropriate way for the phenomenon to acquire. The heart of the *digitalization* process is constituted by the sampling activity, during which, one or more qualities of the phenomenon are

measured and their dimension is retained in numerical form. The measurement doesn't occur on the totality of the studied object, but on a part of it, which is representative of the totality itself (samples), in a way that the results obtained are generalizable.

The color quality, for example, are generally codified by means of a code composed by three bytes (24 bits), every byte represents the intensity of one of the components of primary color: red, green, blue.

Acquiring, with a scanner, a photographic image, we do not do anything else than sampling for a determinate number of points individualized on the image the relative tone of color; we so obtain a numerical whole that easily can be elaborated by a computer. Therefore, a model! Capable to retain the chromatic quality of the photographic image.

The numerical wholes deriving from the digitalization are called *numerical models* and they are “discrete” representations of continuous phenomena.

The term *discrete* underlines the presence of the sampling, signifying that the continuity of the phenomenon has been reduced to a whole of separate and measurable elements.

The architects frequently work with numerical models, usually oriented to represent some qualities of the space. These are numerical models: those deriving from the digital cameras or from the acquisition of photos by means of a scanner; the digital models of the terrain (Digital Terrain Model); the point clouds deriving from a three-dimensional scan of the space. Those are numerical models, too, generally proposed in the form of a chart, which describe the qualities as well as the course of the temperature, the flow of the persons or the illumination in a certain site.

So as we have seen that it is possible to associate a numerical code to every sampled point, to operate on the digitalization of an image, it is as well possible to associate a code to an operation or to an aggregate of operations that the computer has the capability to perform. The logical organization of these operations is part of our everyday reality and it is called software. By means of the software it is possible to digitally describe more articulated models than the simple numerical model, organizing, in hierarchical structures, codes that define objects, activities and values.

To this category belong most of the models that are daily used in the digital sphere. The application programs available nowadays require to operate on aggregates of heterogeneous data all described by

various qualities, the structuring of the model in hierarchical levels more complex than the simple numerical model is therefore unavoidable. We think, for example, about the information that are contained in an article written with a word processor: besides the digital characters it is necessary to structure the information relative to the formatting of the text and of the single characters, the possible linkage and description of images, the insertion of footnotes with the related references and so on. All this is codified and memorized in form of numerical code but, according to appropriated logical, these codes will be interpreted, from time to time, as objects (letters of the alphabet), activities (formatting instruction) or values (dimension of the border of the page).

Among this type of digital models stand out the vectorial or mathematical models, which find one of the main fields of application in the programs dedicated to the modelling of geometric forms, both in the three-dimensional and the bi-dimensional space. In the vectorial models the numerical codes are organized in a way to describe information as: the geometric forms in the model (for example, the circle), the dimensions to associate to the form (for example, center, radiate, orientation), the qualitative information useful to their representation (for example, color).

There is no limit in the complexity of the hierarchical structuring of the information: it is enough to think that, as things actually stand, nearly every application consent to insert its own data structure in that of another application, configuring always more complex sceneries.

At the end of this synthetic panorama on the digital models, we can therefore affirm that to elaborate the information means to perform calculations and logical comparisons on wholes of homogeneous data (numerical codes), which are representation of heterogeneous phenomena.

### The computer as a means of integration

In this simple affirmation emerges, maybe, the greater power of the digital technology: the capacity to operate in an integrated way on heterogeneous phenomena. This involves two consequences of great importance: the first is the capacity of the elaboration to generate new models synthetizing the qualities extracted from others; the second is the possibility to conceive a model as “whole” of integrable models.

The concept of *integrated model*, **MI**, takes therefore form, which, in first instance, we can associate to a database, understood in its widest acception – a logically organized structure of digital data, representations of heterogeneous qualities – but that, following our reasoning, will have a far wider meaning.

It is important to underline the growth capacity of the integrated model: the models acquired by means of the digitalization and those produced from the elaborations cohabit in the same data base and, with criterion, they can be, among them, synthesized with continuity, generating so new models, at their turn, useful to enlarge the data base; the process described requires generally a reduced external feeding (digitized models) nourishing itself essentially of the product generated by the elaboration (synthesized models), skilfully and creatively conducted by the operator.

If **MI** is the integration model of the models (**m**) that describe qualities of the ideal Model (**M**), it appears evident that at the growing of the data base increases the capability of **MI** to represent **M**.

With reference to the fundamental Theorem of the Model, we could recognize **MI** in the whole (vortex) in which the **m**'s mingles.

**MI** is therefore model, sum of all the integrable information and it set itself among the **m**'s, partial representations of the qualities of the model, and **M**, the ideal Model, which with **MI** we wants to represent.

### The site of the model

The logical process so far followed seems to underline and, at the same time, to relegate the integrated model **MI**, and the possibility to operate with it, in the space of the digital elaboration, space which is not confined within the physical limits of the single computer but, thanks to the connectivity, it is extended in nearly incommensurable way through all the memories, the processors and the peripherals that are logically connected to the networks.

In fact is not like that: the digital elaboration, as we have underlined at the beginning, may seize information from the real world and return them to it after the elaboration; the space concerned by the acquisition peripherals (input) and representation (output) of the information may be considered a physical **m**, which takes part in the definition of the model **MI**. The space of the elaboration is therefore not

only the virtual one, defined by William Gibson with the term *cyberspace*, it is also constituted by the qualities of the real space, which acquired and/or transformed more or less frequently, become part of the highlighted vortex in the fundamental Theorem of the Model.

### On the union between real and virtual

In order that there exists a true union between real and virtual, the acquisition and representation process has to be repeated through time, otherwise the role of the physical model would become replaced by the relative digital model. This does not mean that all the acquisitions must be repeated through time, but that only those which are repeated through time configure an integrated model capable to describe in an aggregated way information that belong both to the virtual and to the reality.

Reading in the key of the continuity, the flows pointed out in the fundamental Theorem of the Model, and underlining the presence of **MI** as an entity generated by the integration of the models, is obtained a generalization of the theorem that considerably widens the field of application.

We think, for example, about the most advanced experimentations in the field of the interactive architectures: in these the real architectural space becomes continually digitized in some of its qualities; the data acquired, the **m** models, become part of a wider model **MI**, transforming it; finally, peripheral that we generally are not accustomed to consider such, reproduce **MI** modifying, in the same acquired qualities or in other qualities, the real space.

### On the value of MI

The illustrated example suggests new questions, on which it is right to ponder and to which it is necessary to answer.

In the past, the architect focussed in his mind the project Model (**M**) and he represented the qualities of it through the production of **m**'s (graphic models, scale models, calculations etc.). The accomplished architecture aspired to be the best real representation of **M**, the mental Model of the project.

In the project of an interactive architecture some qualities, as the form and the functionality of the Model **M**, may be dynamic, therefore the architectural

building, however longly used, is not the best representation of **M** but only part of the representations of **MI**.

Since **MI**, we have said, may include the architectural model, whereas the opposite condition is not true, it is easy to deduce that the best model of **M** is exactly **MI**. As for what is said about the “project” is as much true if referred to the activity that generally is seen as an opposite process, in which, thanks to the analysis of the object, we are able to understand the project: the architectural survey. Nowadays the knowledge of a building, by means of the architectural survey, is widely supported by the digital technology; the collected information goes well beyond the geometric and dimensional quality; all the collected data are stored in databases, which are destined to resemble to the integrated model **MI**. Even in this case it is not hard to understand how **MI** can become an explanatory model of the building, more complete than the building itself.

**MI**, in fact, besides containing within its structure the building itself, it may contain manifold other information that it is not possible to deduce through the simple observation of the building; as, for instance, the history, the analysis of the static and of the materials, the deterioration and so on.

There exists, finally, a further consideration to be made, which may seem contradictory but it is not. Until now we have always spoken about **MI** as a model that aspires to represent **M**, the Model of reference preeminently: the ideal Model. Can we think that **M** instead is a **m**, mental representation of a model that exists only in the moment of its definition, namely it exists in **MI**?

If we attempt to resolve this question, considering the “planning” or the “surveying” in the work of a single person, we will not find an easy answer; if instead we consider a wider scenery, in which various architects interact, even if situated in geographically distant places, belonging therefore to different cultures and civilizations, it is simpler to imagine the possibility that the **M**'s of the single architects can be considered **m**'s: partial mental representations of a project model that finds its only definition in **MI**, integration of the **m**'s of all kinds.

## For a Theory of the architectural survey

**Riccardo Migliari**

What is the architectural survey? As I have previously said, it seems to me that the best way to define this important activity of the architect who deals with historical buildings is to answer: it is the reconstruction of the project.

This definition may certainly appear simplistic, but it has the advantage to be immediate. The architectural survey, in fact, is evidently an inverse process, in which, starting from an existing manufactured product, is reconstructed the project drawings necessary to carry it out, as it is now, and to interpret the project idea, which almost never coincide exactly with its realization. And here is the weak point of my definition. A historical building, in fact, is the result of a stratification, sometimes secular, of interventions and of project intentions; it is never the result of a brief cycle, enclosed in itself, as it happens in a building of recent construction. I believe that the definition can still be valid, if you give to the project the sense of its history, namely of this continuous evolution, which I mentioned earlier. Yet, this specification is not sufficient. There is another one, which is a great deal more important. The project is a model: the model of the project idea. As such, it is already an approximation itself, which cannot completely define the work in all its appearances, if not for other reasons, because it is much smaller than the real one. Besides, the implementation is an approximation of the project, in which the intervention of the skilled workers, their autonomous creativity, the impossibility to create perfect forms, as instead it is possible to do on the paper, induce changes, sometimes substantial, in spite of the attention devoted by the architect, this time in the role of the director of the construction works.

Finally, it is necessary to observe that the project is a discrete model and not continuous, namely a model that gives a description of the work, only partially in an exact way. This description is exact in those numbers that indicates the measures to be respected and concern only part of the building, being obviously impossible to describe it in its continuity as a real physical object. The model is exact when it identifies pure geometric forms, too, as the cylinder of a barrel vault or the sphere of a dome, but even this description cannot be applied in all the parts of the build-up.

So, we can distinguish, in the project of a building, two essential moments: that of an ideal pre-figuration, continuous, complete and perfect, as only an idea can be, and that of a visible pre-figuration, made of drawings, quotas and scale models, pre-figuration that is discrete, discontinuous and imperfect.

In the same way, I believe that the architectural survey can articulate in two distinct moments: one in which, from the architectural work, is deduced a numerical, discrete, discontinuous and imperfect model, and another when from the numerical model is deduced, if it is possible, a mathematic model, continuous and perfect, which try to represent the project idea. These two moments can be applied in the evolutionary phases of the construction, from its first conception to the existing building, naturally not without an in-depth research of philological a nature.

It is now necessary to make clear a further and important point. Once the modalities of data acquisition have been carefully described, the numerical model may be considered as an objective data. These modalities consist in a reasoned definition of the tolerance values, of parts of the building that are submitted to our examination, of the procedures adopted. The acquisition of the data assume, therefore, an experimental character and, as such, this phase must possess the requisites of the repeatability and of the publication of the results, which are characteristics of the scientific experience. On the contrary, the deducing the mathematic model from the numerical model is the outcome of an interpretation, and it is not repeatable, except for not assuming the same interpretative hypothesis.

I will try to clarify what I have said above, formulated in theoretical terms, with some examples. Let's suppose to have identified, on the building, three points and to have measured these three points by means of a simple trilateration.

If we are careful in describing the instrument used for the measurement, its accuracy and the other parameters of the acquisition, then it is right to imagine that another operator, asked to perform the same operations a short time later and with the same tools, will obtain the same result. We can therefore say that we have a numerical model of a small portion of the observed building. But to give form and continuity to our model, in a way to make it visible, in a plan, for example, we will be induced to connect the three points with a geometric figure. Now, the three points in question, will certainly

not be aligned, because to be so, they would have to be described by exact measures, which, notoriously, is not possible in the physical world. There exist, therefore, at least two mathematic models, available to interpolate the points in question, to describe the continuity of the building: the straight line and the circular arc. And this is where intervenes that interpretation, which differentiate the numerical model from the mathematic model.

I would now like to apply the same considerations to a less simple example: the intrados of the dome of Pantheon, in Rome.

With a 3D scanner, based on laser technology, capable to a precision equal to  $\pm 4$  mm, we have acquired a point cloud that describes, numerically, the intrados (figs. 35, 36). This model is objective, in the sense that, if the measures were repeated with a tool of analogous performances, it would be reasonable to believe that it would produce the same result. But this description is a mere collection of three-dimensional coordinates, besides affected with a known uncertainty, and it tells us nothing yet about the form of the intrados, namely about the project idea.

The pages of the history books, nevertheless, extol the perfection of this form, recognizing in it a perfect hemisphere.

We can therefore assume the sphere as a figure suitable to interpolate the points, accepting an interpretation, which is widely recognized by the critics. And interpolating the data of the numerical model with a sphere can be obtained, indeed, the result shown nearby (fig. 37).

In the past the surveyor had, at this stage, to be satisfied with this empirical verification, but the computer technology offers us today other possibilities, too, as that, remarkable, of measuring the differences between an experimental model (numerical) and an ideal model (mathematical). This first analysis emphasizes that:

- there have been taken into consideration 954,379 points, belonging to the fascias included among the lacunars;
- the ray of the ideal sphere, which interpolates these points, measures 21,964593 m., which brings the diameter of the sphere, ideally inscribed in the room, to 43.92 m., equal to 148 Roman feet (with one Roman feet of 29.67 cm);
- the standard deviation is equal to 0.079002 m, namely about 8 cm; this means that if we assumed the ideal sphere, instead of the experimental one, as a model of

the intrados of the dome, we would commit, on average, an error of 8 cm;

- 63% of the points are situated within the standard deviation; in other words, if we construct, not a simple sphere, but a shell formed of two layers, 8 cm. wide, this would contain 63% of the points surveyed;
  - 97% of the points are situated within the double of the standard deviation, namely within a shell 16 cm wide;
  - 99.6% of the points are situated within a shell three times wider than the standard deviation, namely 24 cm.
- Indeed not bad for a dome greater than that of Saint Peter!

But this is not the point. What is of interest is that the mathematical model that we have constructed and compared, even if summarily, with the experimental model, has a known and measured reliability, verifiable. Or better, certainly to be verified because one only measure, if it is enough to exemplify a theoretical principle, it is certainly not enough to support a hypothesis.

So, while on the basis of a traditional architectural survey we could have said that the intrados of the Pantheon dome is a sphere, on the basis of a scientific survey we can say that it is a sphere, which differs, in 99% of its points, not more than 24 cm from the ideal form.

In other words, we can say that the surface of the intrados of the dome of the Pantheon is a sphere, till somebody else finds a model, which approaches the experimental form with minor differences than those measured by us.

## Model. Toward a logic of simulation

Antonino Saggio

The acceleration of the technological world in the last decade has produced such a great number of innovations that their potentialities are difficult to control and to understand. We have new tools available, which are able to expand substantially the process of generation, control and verification of the choices: no more isolation in our own *atelier*, but continuous contact among all the actors that share to the programming, planning and management of a building. These are experiences that it is necessary to spread and analyze, and not only within the sphere of the experts of information technology, to fill the gap between what *is possible* with the computer and what the majority of the researchers and of the professionals of the architecture are concretely able to do. To understand in which direction to move and how to concretely apply the potentiality of the information technology, requires however a resolute will to reach cultural updating on behalf of who deal with architecture.

### Preface

Anyone who approaches information technology is generally interested in obtaining a series of practical advantages (duplication and facility of manipulation of graphs, access to data bases, three-dimensional visualization, transmission via modem and innumerable others). The data contained in an electronic representation of a project are not rigid anymore (as they are in the traditional supports) but easily modifiable. While this aspect is of easy comprehension, much slower is the consciousness that the novelty doesn't consist so much in the facility of the "change", as in the fact that the information assume a "dynamic" connotation: the electronic data can therefore be manipulated not only in their singleness, but above all in their relationships as a whole. To make an example, changing the depth of a wall in an appropriate electronic representation of a project, involves the simultaneous verification of the cost, of the thermal values, of the light reflectance, of the inside and outside image, indeed because the "depth" parameter can interactively be linked to many others.

The elaborations, which describe a project, tend therefore to be organized in a "model": in a structure

that, in other words, (as in the mathematical equations) formalizes some *relationships* among unknown terms.

The verification of the results can be accomplished many times, assigning specific values (which is the project hypothesis) to the unknowns. This potentiality enables the architect to start to master, even in the field of planning, a 'Philosophy of the simulation': that is, to make use of the project not only to represent, decide and describe, but as a structure that, from time to time, "simulates" the behaviour of the building system. The fallouts of this 'Philosophy of the Simulation' create the short path that we intend to follow and that, for easier exposition, we will split into the Quantitative, the Semantic and the Spatial-constructive areas. Whereas we will only briefly mention the two first areas, on the last one we would like to dwell with more attention.

### The quantity and the worksheet

The quantity area (originally only apanage of the calculators) has had an impetuous impulse with the invention, during the second half of the seventies, of the worksheet (an environment in which it is possible to tie mathematical relationships, even very complex, to the numerical data contained in the cells of a spreadsheet), which allows the constant updating of all the values even at the varying of only a single data. This invention has led to significant consequences in a vast field of activity: from the financial field to the building industry. Above all it has represented the Advent of a generalized way to think *What ... if* (*What happens in my model if I vary the cost x or the quantity z of all the parts which depend on these?*). The potential of simulating models involve the architects' work in the programming fields, in the calculations, the benefit-costs and of course in the estimation calculations.

It is possible, for example, to create a mathematical model of a building to be restored in a worksheet, with a statement of costs and benefits. In this case can be rendered explicit (even in a very schematic way) not only the costs of the possible building operations (as it is usually done) but also the probable advantages, both from the direct point of view and from the induced one: it is an important process because it "relativates" the opinions, forcing everyone who is involved in the operation (local authorities, superintendence's, architects, clients et cetera) to make the parameters of judgment quantizeable. A model of this kind becomes a tool to orientate the choices: we will be able to see, for instance, that the

resetting of a fixture with one or with another type of structural shape, has consequences both on the cost as well as on the advantages (thermic, functional, of image) because, indeed, every single actor involved, formalizes a value to the alternative solutions. When the possibilities are many and the budget limited, we will have to make some compromise choices on the single operations, in order to reach the best overall solution, but one thing is to have the interactive and dynamic whole of all the choices under control, another is to see each one singularly. The model will be used again and again in order to find the best solution.

To create a chart like this is technically very simple but the potentialities are unlimited. I have verified it myself in an occasion in which it was necessary to probe three alternative hypothesis (re-use, conservative restoration, *ex-new* construction) for an Elderly Home situated in the Lazio region (Italy), but whoever has concrete experience can find infinite possibilities of application. A *pure* worksheet (as Excel or Lotus) doesn't contain graphic information (which describes, for example, a plan), but only quantities and it allows performing what we have mentioned above. An electronic cost-benefit chart become, of course, even more interesting when the quantities are tied directly to the graphic information. This potentiality permit to extend the computer simulation to the ambit of the structures, the installations, the light, the acoustics etc. These are possibilities related to the existence of specific programs (developed from the revolutionary *Mac* program called *Filevision*) that consent to tie related graphs and numbers together in a way to store a lot of information (dimensions, characteristics, costs) permitting you to gain access, from time to time, to the environments or to the parts of the construction that concern them. In the case of *Filevision* the graphic and textual information were not dynamically linked together (the dimensions of an environment must be entered manually) but a real interactivity is allowed by those CAAD programs (Computer aided architectural design), which have an integrated worksheet (ArchiCad for example, but above all Minicad today called Vectorworks). In this case the graphic information (the dimensions of an environment, for example) are read and entered automatically in a worksheet that, for example, describes a complex chart of costs-benefits. The logic of simulation performs at this point, as it should be obvious, a decisive step (modifying the graph has repercussions in the mathematical model and in all its interconnections).

### The opinions and the expert-system

Let's now, just briefly, come to the second field of the simulation: the semantic one. The idea, in this case, is to condense, in one computer program, the altogether variegated and complex knowledge's of an "experienced" professional architect and then to provide suggestions and indications on how to solve certain problems of the project through the enquiry process of an expert system. Expert systems were introduced in the field of medicine (entering specific information about symptoms, and patients' answers to key questions, the electronic calculator helps the physician to make the diagnosis and to generate the therapy plan), and subsequently directed toward the construction-planning domain. Over the past few years, there has been a considerable evolution toward more flexible and problematic systems, as *Design Support Systems*, which approaches a philosophy of simulation. These systems enable users to operate within complex choices, from time to time diversified and governed by the needs of anyone who operates through the accumulation of new knowledges. But, while the cost-benefit case, previously described, (when entirely generated in a worksheet, as well as in a worksheet dynamically linked to CAAD systems) is easily developed by an architect, an expert system (which requires work and professional competences in order to ensure its efficient utilization) is simply "used" in a way not too different from the one used when talking with an expert.

A development line, allows the use of expert modules in an electronic design environment.

### The spatial constructive field and hierarchical structures

Let's now come to the central point of this intervention that we have called *spatial-constructive*. I would like to dwell a bit more on this argument, taking into consideration the importance that it has for the project development and also because, once properly understood the potentiality of this approach, its utilization in documentation procedure, critical analysis and development of a project can be immediate.

It is of interest to us to pay particular attention on the so-called *Hierarchical structures* that, developed from programs, which only were running on expensive calculators, today characterize many CAAD programs even at the level of personal computers (as AutoCad in

particular in Architectural Desktop, but also VectorWorks or Stratavision).

The hierarchical structures are important because they consent to have some *dynamic relationships* among the data that describe, in three dimensions, a project. The possibility of the simulation in these environments, deals, therefore, with the spatial and constructive layout, functional and formal (and not only quantitative or semantic) of the project.

#### THE MECHANISM OF THE HIERARCHICAL STRUCTURE

The use of the hierarchical structures requires the representation of a project, splitting it into its parts. The first concept that must be kept in mind, when working in this environment, is the difference among primitives, instances, objects and classes. The primitives are nothing else than volumes, which are "normally" created in CAAD applications and they correspond, in an environment not hierarchized, to the whole model. But, let's suppose that, in an hierarchical structure, a primitive is a prism that we denominate *pillar*, a second primitive is a *plate of glass*, a third one is a *marble panel* and so on, both for the *profiles of door and window fixtures* and for the *roof and floor elements*. Each primitive is modelled within its own separate environment and can have a conventional name assigned. The fundamental aspect of a hierarchical system is that primitives can be combined together to generate and represent some objects. Applying it to a simple case, as the primitive *glass* and the primitive *profile*, when they are plugged into the object *window* they become instances, namely examples, of the symbols, of the recurrences of the primitive. While the instances can be duplicated and parametrically manipulated, the changes of their geometric properties, as the addition of a volume or the transformation of a parallelepiped into a cylinder, can happen only at level the of the primitive. Not only, when the *window* object is, in its turn, plugged into the *front view* object (corresponding to a higher hierarchical level and therefore to a different class) it will be treated, at its time, as an *instance* and the mutual spatial relationships, between profile and glass, can only be manipulated a the level of their first combination. This, which at first sight appears to be a limitation, disguises the innovative strength of the hierarchical structures.

#### HIERARCHICAL STRUCTURES IN THE ANALYSIS AND IN THE DOCUMENTATION

It is well to consider, with particular attention, two aspects. First of all, that whichever object in a

hierarchical structure can be considered (in whichever perspective) autonomously; secondly that whichever object can be shown or hidden.

This potentiality opens the road to many thematic views of critical or didactic character. The model can, in fact, be dis-assembled in accordance with the hierarchical structure, with which it was created. The process of reassembling, in an analytic way, allows not only thematic drawings, but also the creation of animations, which illustrate some formal, structural or functional relationships of the project. It is therefore necessary that whoever creates a model, by means of hierarchical structures, has developed an explanatory dissertation on the project, because the hierarchical structure and the interpretative key co-incide within the same electronic chart.

I developed this approach during my lecture *Giuseppe Terragni Architecture A Formal Analysis Using CAAD* at the Department of Architecture and CAAD at the Institute of Technology in Zurich (ETH) directed by Gerhard Schmitt and later also in my book *Giuseppe Terragni Vita e Opere (SAGGIO)* which deals with the reconstruction and the critical analysis of the projects that have never been realized by the most important architect among the Italian Rationalists. This lecture showed the enormous potentiality of the computers, and particularly of the hierarchical structures, both in the documentation field, and for the analysis of the architecture.

The primitives, which represent the different materials, are, in all the cases, at the lowest hierarchical level. The thorough analysis of a project happens in a hierarchical articulation of objects, from the lowest to the highest level of the primitives, of the whole construction. For instance, in the specific case of the *Danteum* project, the hierarchical organization of the model is based on the distinction among the different environments (Hell, Purgatory, etc.) and it has more than eighty global objects. These objects belong naturally to different 'classes', like the primitives, the simple and complex aggregations, the single environments, the whole model. In the case of the project, realized for the competition for the *Palazzo dei Congressi* at E42 in Rome, the organization of the model is not functional, but it follows a formal principle. It is based on the tension between the forms of the loom structure and the volumes. These two components are related to each other within the final project, but they can also be separated to signify the distinction between container

and contained, which was one of the favourite themes of Terragni.

#### HIERARCHICAL STRUCTURES FOR THE SIMULATION AND THE PLANNING

If the aim of a University lecture is the critical interpretation of the use of hierarchical structures, it must not escape our attention that they have a profound impact even on anyone who concretely is concerned with architectural planning and restoration. The reconstruction of a building within a CAAD system hierarchically structured, allows, in fact, two activities of great importance.

Let's imagine a depth change of frames, in the case of a restoration. This operation is not accomplished modifying manually (even if in an electronic environment) the hundreds of window frames in the model, but it is done only once, corresponding exactly to the level of the primitive *fixture* (therefore, because of the simplicity of the operation, it can be done several times, testing the various options).

Since the graphic information on the depth of the frames can be read directly (and dynamically) in a worksheet – VectorWorks for instance – we can also examine the correspondent variation of all the costs (or of any other structure connected).

Another very important aspect concerns the field of the Realistic simulation. A three-dimensional model can, in fact, provide some images, with a definition quality very close to the reality, through sophisticated shading effects, refractions, light-absorption of the different materials. Through the *instantiation* (namely, the automatic propagation of the changes applied to a primitive) it is therefore possible to have various alternative sights of one same environment, changing from time to time the parameters. It is therefore possible to examine the different tinting colours, the grain size of the whitewash, the degree of transparency of the glass et cetera. It is so possible to verify, together with the client and with whoever is in charge of the restoration, the impact of one project solution in comparison with another solution, as a whole of its visual and quantitative components.

#### An intelligent model

At this point, it should be clear why a model, carried out with hierarchical structures, is a product that differs greatly both from the traditional products and from other electronic ones. From the point of view of the analysis, of

the documentation and of the reconstruction, it encapsulates various knowledges and interpretations, which have driven the construction of it. But, from the operational and projectual point of view, a hierarchically constructed model allows to approach remarkably – and after all in a very simple way – to that logic of the simulation, which we have described in the introduction. The hierarchical structure creates a "Live model" – unthinkable with traditional tools – that simultaneously allows four fundamental activities for the research in the field of architecture:

1. the analysis and the realistic simulation (including the evolution inside the reconstructed project) even in the small-scale environment of a personal computer;
2. the critical analysis (but also the documentation of the stages of the process and the project alternatives) through the *Show and Hide* function and the access to the single objects of the hierarchical structure;
3. the modification of the elements of the project, not only in their visual impact but also in their quantitative consequences;
4. the simulation and the evaluation of alternative hypothesis in the restoration by means of material tests (automatic propagation in the model of the changes made in the primitives).

These four characteristics coexist in one only product, which really becomes an intelligent model, at least as much as the ability is of the person who has constructed it to understand and to render explicit the architectural choices.

At this point, a project represented by means of a CAAD application, is not only totally different from a traditional scale model (because the three-dimensional visualization is only one, and after all relatively negligible, component) but it becomes, indeed, a "model" (not economical, geometrical, physical or mathematical, but "architectural"): it allows to have a dynamic and open structure, for the simulation of a reality that, in our case, is a possibility to pursue and to plan. The information technology, very differently from science to delegate to a machine the choices that only an ample number of protagonists are legitimated to make, includes itself within that aspiration to reach the quality, to the non-adaptation to pre-fixed requisites, to the active research of a *possible*, which should be a founding aspect of the contemporary planning and become a tool in the effort of adaptation towards the socialization, the formalization, the prevision and the explicitation of the choices.

In questa bibliografia si trovano raccolti i libri citati nel testo ordinati per autore. Accanto al nome dell'autore è stato indicato, laddove possibile, l'anno di prima edizione mentre la citazione bibliografica si riferisce all'edizione consultata

**ALBERTI 1435**

Leon Battista Alberti, *De pictura*, Bari, Laterza, 1980

**ARNHEIM 1954**

Rudolf Arnheim, *Arte e percezione visiva*, Milano, Feltrinelli, 1962

**ARNHEIM 1977**

Rudolf Arnheim, *La dinamica della forma architettonica*, Milano, Feltrinelli, 1977

**BERTALANFFY 1975**

Ludwig von Bertalanffy, *Perspectives on General Systems Theory. Scientific-Philosophical Studies*, New York, Braziller, 1975

**BURNS 1998**

H. Burns, *Andrea Palladio (1508-1580): la creazione di un'architettura sistematica e comunicabile*, in *Un paesaggio palladiano – Opere di Andrea Palladio nel Veneto*, catalogo della mostra itinerante tenuta a Buenos Aires e Santiago del Cile nel 1988, Vicenza, Centro Internazionale di Studi di Architettura Andrea Palladio, 1998

**CARTESIO 1637**

René Descartes, *La geometrie in Discorso sul metodo. La diottrica. Le Meteore. La geometria*, Torino, UTET, 1983

**CRESTI 1982**

C. Cresti, *Le Sante Marie del Fiore*, in "F.M.R.", n. 9, 1982

**DYSON 1999**

Freeman Dyson, *Il Sole, il genoma e Internet. Strumenti delle rivoluzioni scientifiche*, Torino, Bollati Boringhieri, 2000

**FASOLO 1988**

Orseolo Fasolo, *Avvio allo studio della geometria descrittiva: dieci conversazioni con gli studenti*, Roma, Nuova Cultura, 1988

**FERMAT 1679**

Pierre de Fermat, *Ad locos planos et solidos isagoge in Varia opera mathematica ... Accesserunt selectae quaedam ejusdem epistolae, vel ad ipsum à plerisque doctissimis viris Gallicè, Latinè, vel Italicè, de rebus ad mathematicas disciplinas, aut physicam pertinentibus scriptae*, Tolosae, Jean Pech, 1679

**GAIANI 1993**

Marco Gaiani, *Rappresentazione*, Bologna, CLUEB, 1993

**GAIANI 2001A**

Marco Gaiani, *Traduzioni dal reale al virtuale in architettura – Un metodo integrato di acquisizione dati e costruzione di modelli digitali tridimensionali*, in Riccardo Migliari (a cura di), *Frontiere del rilievo: dalla matita allo scanner 3D*, Roma, Gangemi, 2001, pp. 11-57

**GAIANI 2001B**

Marco Gaiani, *Visuale e digitale: la memoria illustrata come sistema conosciuto*, in A. Petruccioli, M. Stella (a cura di), *I paesaggi della tradizione*, Bari, Uniongrafica Corcelli, 2001, pp. 135-148

**GAIANI 2001C**

Marco Gaiani, *Strategie di rappresentazione rendering based*, in L. Galloni (a cura di), *Disegnare il design*, Milano, Hoepli, 2001

**GAIANI 2002**

Marco Gaiani, *Il disegno del "disegno industriale"*, in "Disegno e Design Digitale", anno 01, numero 1, gennaio-marzo 2002, <http://www.polidesign.net/ddd/>

**GIOSEFFI 1986**

Decio Gioseffi, *Rappresentazione geometrica dello spazio*, in "XY, dimensioni del disegno", n. 1, 1986, pp. 57-74

**GUILLERME 1987**

Jacques Guillerme, *Il modello nella regola del discorso scientifico*, in "Rassegna", n. 32, 1987

**HOLTON 1996**

Gerald Holton, *La lezione di Eistein. In difesa della scienza*, Milano, Feltrinelli, 1996

**HUSSERL 1937**

Edmund Husserl, *L'origine de la geometrie*, Paris, Presses Universitaires de France, 1962

**KANDISKY 1923**

Vasilij Kandisky, *Punto, linea, superficie*, Milano, Adelphi, 1968

**KATZ 1948**

David Katz, *La psicologia della forma*, Torino, Boringhieri, 1971

**KLEE 1956**

Paul Klee, *Teoria della forma e della figurazione*, Milano, Feltrinelli, 1970

**KÖHLER 1962**

Wolfgang Köhler, *La psicologia della Gestalt*, Milano, Feltrinelli, 1961

**KRELL 1997**

David Farrell Krell, *A malady of chains – Husserl and Derrida on the Origins of Geometry and a Note to the "Architects" of the Future*, in "Architectural Design", v. 67, nn. 5/6, 1997

**KUHN 1969**

Thomas S. Kuhn, *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, Torino, Einaudi, 1969

**LEVI-STRAUSS 1958**

Claude Lévi-Strauss, *Anthropologie structurale*, Paris, Plon, 1958

**LINDENMAYER 1968**

Aristid Lindenmayer, *Mathematical Models for Cellular Interactions*, in "Development Pans I and 11", Journal Theor. Biol., 18, 1968

**MALDONADO 1984**

Tomas Maldonado, *Ulm rivisitato*, in "Rassegna", n. 19, 1984

**MALDONADO 1987**

Tomas Maldonado, *Questioni di similarità*, in "Rassegna", n. 32, 1987

**MERLEAU-PONTY 1945**

Maurice Merleau-Ponty, *Fenomenologia della percezione*, Milano, Il Saggiatore, 1965

**MIGLIARI 1983**

Riccardo Migliari, *Dieci lezioni di geometria descrittiva. Il modello prospettico d'angolo*, in "Quaderni di Applicazioni della Geometria Descrittiva", n. 2, Roma, Kappa, 1983

**MIGLIARI 2000**

Riccardo Migliari, *Fondamenti della Rappresentazione Geometrica e Informatica dell'Architettura*, Roma, Kappa, 2000

**MIGLIARI 2002**

Riccardo Migliari, *Modelli grafici e modelli informatici per l'architettura. Corso di Scienza della Rappresentazione*, Roma, Kappa, 2002

**MITCHELL 1990**

William J. Mitchell, *The Logic of Architecture – Design, Computation and Cognition*, Cambridge, The MIT Press, 1990

**MOLES 1972**

Abraham Moles, *Teoria informazionale dello schema*, in "Versus", n. 2, gennaio-aprile 1972

**MOLES 1981**

Abraham Moles, *L'immagine – communication fonctionnelle*, Bruxelles, Casterman, 1981

**MONGE 1796**

Gaspard Monge, *Géometrie Descriptive, Leçons données aux écoles normales l'an 3 de la République*, Paris, 1796, redatto da Jean Marie Hachette

**MORRIS 1946**

Charles Morris, *Signs, Language, and Behavior*, 1946, ristampato in Charles Morris, *Writings on the General Theory of Signs*, The Hague, Mouton, 1971, pp. 73-398

**PACCIANI 1987**

Riccardo Pacciani, *I modelli lignei nella progettazione rinascimentale*, in "Rassegna", n. 32, 1987

**PALLADIO 1570**

Andrea Palladio, *I quattro libri dell'Architettura*, Milano, Hoepli, 1990

**PEIRCE 1958**

Charles Sanders Peirce, *Collected Papers I-VIII*, a cura di C. Hartshorne, P. Weiss, A. Burks, Cambridge Ma., Harvard University Press, 1958

**PIERO 1475**

Piero de' Franceschi, *De perspectiva pingendi*, edizione critica di Giusta Nicco Fasola, Firenze, 1942

**PUPPI 1987**

Lionello Puppi, *Modelli di Palladio, modelli palladiani*, in "Rassegna", n. 32, 1987

**SAGGIO 1995**

Antonino Saggio, *Giuseppe Terragni Vita e Opere*, Roma, Laterza, 1995

**STINY 1979**

George Stiny, William J. Mitchell, *The Palladian grammar*, in "Environment and Planning B: Planning and Design", 5, 1979

**STINY 1980**

George Stiny, *Introduction to shape and shape grammars*, in "Environment and Planning B: Planning and Design", 7, 1980

**THOMPSON 1917**

D'Arcy Wentworth Thompson, *Crescita e forma*, Torino, Boringhieri, 1969

**TZONIS 1986**

Alexander Tzonis, Liane Lefaivre, *Classical Architecture. The Poetics of Order*, Cambridge, The MIT Press, 1986

**TZONIS 1987**

Alexander Tzonis, L. Oorschot, *Frames, Plans, Representation Conceptdictaat Inleiding Programmatische en Functionele Analyse*, Delft University of Technology, Faculty of Architecture, 1987

**VITRUVIO 27 A.C.**

Marco Vitruvio Pollione, *De Architectura libri I e X*, a cura di Pierre Gros, Einaudi, 1997

**WATT 1993**

Alan Watt, *Computer Graphics*, II edizione, New York, Addison Wesley, 1993

**ZEVI 1948**

Bruno Zevi, *Saper vedere l'architettura*, Torino, Einaudi, 1962